



FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y
EMPRESARIALES

***La Inversión en energías
renovables como mecanismo de
reducción de la exposición a la
volatilidad de los precios del
petróleo***

Autor: José María Andreu Sáez-Benito

Director: Isabel Figuerola-Ferretti
Garrigues

Madrid
Junio de 2018

José María

Andreu

Sáez-Benito

***La Inversión en energías renovables
como mecanismo de reducción a la
exposición de la volatilidad de los
precios del petróleo***



Índice del Trabajo

Índice de Figuras	4
Resumen.....	5
Abstract	5
I. Introducción	6
1. Propósito y contextualización del tema.....	6
2. Justificación	7
3. Objetivo	8
4. Metodología.....	9
5. Estructura de trabajo	10
II. Marco teórico.....	11
1. Teoría económica clásica de los precios del Petróleo.....	11
i. Rentas por Almacenamiento.....	11
ii. Rentas por Gestión de contratos de Futuros	13
iii. Rentas por escasez	14
2. Alternativas a la teoría económica.....	16
3. Fenómeno de financialización de los mercados de materias primas	20
i. Primera fase (2000-2008).....	21
ii. Segunda fase (2008- actualidad).....	24
III. Estado de la cuestión: Inversión en Energías renovables como medida para mitigar la exposición volatilidad del petróleo	30
1. Efectos económicos de los precios del petróleo.....	30
i. Origen de las variaciones extremas de precios.....	30
ii. Efectos económicos.....	32
iii. Transmisión de volatilidad a otros mercados	32
2. Efectos económicos de la financialización del mercado del petróleo	33
i. ¿Por qué el petróleo como cobertura?.....	33
ii. Fallo en el mecanismo de arbitraje de mercados	35
iii. Impacto en los precios Spot & Futuros	37
iv. Regresión del Rolling yield explicada por las variaciones de precio	39
3. Inversión en energías renovables y efectos económicos.....	41
i. Usos de petróleo y energías renovables	41
ii. Inversión en energías renovables y efectos para la economía	42
IV. Discusión	47
V. Conclusión	50
Bibliografía	52

Índice de Figuras

Gráfico I	
Variaciones en el precio del petróleo crudo desde la IIGM.....	16
Gráfico II	
Producción Mundial de petróleo.....	19
Gráfico III	
Flujos de activo en fondos de gestión pasiva en EE. UU.....	25
Gráfico IV	
Precios Spot y Futuro desde 2000	27
Gráfico V	
Fuentes de energía primaria en Estados Unidos	41
Gráfico VI	
Fuentes de energía primaria de la Unión Europea	42
Gráfico VII	
Porcentaje de consumo bruto eléctrico de origen renovable de las 5 principales economías de la UE	46
Tabla I	
Eventos exógenos y reducción de la producción de petróleo.....	31
Tabla II	
Correlación entre las variaciones de precios de materias primas	33
Tabla III	
Estadísticas de la regresión del Rolling yield.....	39
Tabla IV	
Coeficientes de la regresión del Rolling yield.....	39

Resumen

Los precios del petróleo tienen una influencia vital en la economía mundial por su presencia en la práctica totalidad de las actividades económicas ya que supone el 47,7% del combustible utilizado en el año 2017. No obstante, la introducción de nuevas fuentes energéticas parece abrir una puerta para la reducción de la dependencia económica sobre el crudo, que tras la fuerte tendencia de financialización de las materias primas de la última década está viviendo una creciente inestabilidad en su precio.

Para ello, este trabajo se encargará de revisar la literatura más importante en cuanto a estas materias para llegar a una conclusión unificada de todos los trabajos previos en este aspecto. Además, se tratará de aportar una pequeña evidencia empírica que sustente las conclusiones recogidas a lo largo del trabajo.

Palabras clave: Endógeno, Exógeno, precio Spot, precio futuro, Swap, Índice de materias primas, ETF, OPEP, Dark Pool, Contango, Backwardation, Rolling yield, eficiencia técnica, formación de capital, PIB

Abstract

Oil prices have a vital influence on the world economy due to its presence in almost all economic activities, since it represents 47.7% of the fuel used in 2017. However, the introduction of new energy sources seems to open a door to reduce economic dependence on crude oil, which after the strong trend of financialization of commodities of the last decade is experiencing a growing instability in its price.

For this, this work will be responsible for reviewing the most relevant literature regarding these matters to reach a unified conclusion of all previous work in this regard. In addition, we will try to provide a small empirical evidence to support the conclusions gathered throughout the work.

Keywords: Endogenous, Exogenous, Spot price, future price, Swap, Commodity Index, ETF, OPEC, Dark Pool, Contango, Backwardation, Rolling yield, technical efficiency, capital formation, GDP

I. Introducción

1. Propósito y contextualización del tema

El propósito de este trabajo es realizar una revisión de la principal literatura especializada en la formación de los precios del petróleo, el efecto de la financialización del mercado de materias primas y los efectos de la inversión en energías renovables en una economía. A través de esta revisión se ambiciona recoger las principales conclusiones sobre estas materias por parte de autores especializados, para así alcanzar una visión sintetizada de cada uno de los elementos estudiados en un contexto común.

Los precios del petróleo llevan siendo una variable estudiada desde el comienzo de la producción por su amplia penetración en gran parte de los sectores que componen las economías. Una muestra de ello son estudios tempranos como el de Harold Hotelling en 1931 *The Economics of Exhaustible Resources*. En su comienzo los trabajos estaban dirigidos a estudiar la naturaleza no renovable de este activo, pero tras la década de 1970 la investigación académica ha comenzado a tratar temas relacionados con la influencia de la variación en los precios del petróleo y el crecimiento de las economías. Esta década supone un punto de inflexión para el mercado del petróleo ya que se ve marcada por el cambio de una tendencia de precios estables hacia una tendencia de precios variables y volátiles.

El fenómeno de financialización de los mercados de materias primas en cambio es de menor longevidad. Este fenómeno tiene su origen en el comienzo del siglo XXI con la introducción de nuevas técnicas de inversión y la innovación financiera. Esta juventud del fenómeno hace que la literatura concerniente a sus efectos sea más reducida, no obstante, está bastante enfocada a sus consecuencias en la inestabilidad de precios en los mercados de materias primas.

Finalmente, está la cuestión de los efectos de la inversión en energías renovables para una economía. Las energías renovables actualmente constituyen uno de los principales puntos en las agendas de la política nacional de los diversos estados por cuestiones relacionadas principalmente con la sostenibilidad energética a largo plazo, el cambio climático y la independencia energética. Sin embargo, también existe una amplia

variedad de literatura académica que trata los efectos de esta inversión en las economías. Esta última literatura académica se presentará imprescindible para tratar la cuestión de si la inversión en energías renovables puede reducir la exposición de una economía a las consecuencias negativas de la volatilidad en los precios del petróleo.

2. Justificación

Primero, las teorías económicas clásicas de la formación de los precios del petróleo constituyen una buena base para comenzar a afrontar la cuestión que presenta este trabajo. El estudio de las principales conclusiones acerca de los mecanismos de formación de precios del petróleo permite hacerse una idea de cuales han sido los principales agentes del mercado, y los papeles que juegan, identificados por los autores especializados en el estudio de este fenómeno. Este estudio permite hacerse una idea de los principales mecanismos de funcionamiento de un mercado tan complejo además de suponer un punto de partida para realizar hipótesis sobre su funcionamiento.

Segundo, el fenómeno de financialización de los mercados de materias primas se ha convertido en un tema de actualidad. A parte del mundo académico también en la actualidad ha supuesto un tema candente en la política tanto a nivel nacional como internacional. En el año 2014 el Senado de Estados Unidos abrió una investigación acerca de este fenómeno para estudiar sus efectos en los mercados de materias primas, así como para suponer una base legal para futuras regulaciones de estas actividades. También, este hecho es de trascendencia internacional como lo refleja el hecho de que esté incluido en el Informe de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (TDR) de 2015 por Consejo de Comercio y Desarrollo de las Naciones Unidas.

Por último, la utilización e inversión en energías renovables también es una cuestión relevante. El contexto actual, comenzado con las distintas cumbres sobre el medioambiente [mencionar] y la cumbre de París de 2015 y sus distintas medias acordadas, lleva a pensar que las energías renovables van a tener una importancia creciente en los próximos años. Esta conclusión se ve apoyada por las distintas medidas que tanto Estados como organizaciones internacionales regionales y globales están llevando para incentivar la convergencia hacia un sistema energético sostenible. Por

tanto, se presenta como idóneo el desarrollo de literatura que trate temas relacionados con las energías renovables.

3. Objetivo

El objetivo de este trabajo será estudiar la influencia de los precios del petróleo sobre la economía teniendo en cuenta el contexto actual donde el fenómeno financiero de la “financiarización de las materias primas” y las energías renovables suponen la introducción de dos variables no contempladas previamente.

- Revisar la principal bibliografía correspondiente a la formación de los precios del petróleo y sus modelos de estimación. Además, se revisará literatura concerniente con los efectos macroeconómicos de las variaciones en los precios del petróleo.
- Acotar y estudiar los principales efectos macroeconómicos que tienen los periodos de volatilidad de precios del petróleo.
- Estudiar el fenómeno actual de la financiarización del mercado de materias como mecanismo de cobertura para Inversores Institucionales y minoritarios,
- Analizar los efectos sobre el precio del petróleo en los diversos mercados financieros del fenómeno de financiarización.
- Analizar la principal literatura concerniente a los efectos económicos del uso de energías renovables con el objetivo,
- Discutir si las energías renovables son una alternativa viable para reducir los efectos adversos provocados por shocks en el precio del petróleo en la economía.

4. Metodología

Para la realización de este trabajo se revisará literatura concerniente a la formación de los precios del petróleo, así como su influencia sobre la macroeconomía. Esta primera revisión se basará principalmente en los estudios y conclusiones del profesor de la Universidad de California, San Diego, PhD James D. Hamilton. Hamilton, aparte de afamado economista especializado en la econometría, ha realizado multitud de estudios acerca de los precios del petróleo y los principales fenómenos económicos relacionados con ellos. Además, también se revisará literatura de autores relacionados al trabajo de Hamilton o citados por él

También, tendrá también un papel importante la revisión de aquella literatura encargada de estudiar el efecto de la financialización de los mercados de materias primas y de la inversión en energías renovables en la economía. En estas materias se prestará especial al trabajo de Domenica Tropeano y Henderson, Pearson y Wang para el fenómeno de la financialización del mercado e materias primas. En cuanto a los efectos económicos de la inversión en energías renovables los trabajos de Chien y Hu servirán como referencia. Además, se proporcionará un estudio de regresión para corroborar un hecho conocido tras la lectura de la principal literatura.

A partir de las sintetización de los principales conceptos reflejados se tratará de dibujar una serie de conclusiones en cuanto a las posibilidades que se presentan para mitigar los efectos adversos de variaciones de precio del petróleo.

5. Estructura de trabajo

El trabajo va a estar estructurado en tres bloques temáticos, cada uno con una naturaleza diferenciada.

El primer bloque será el Marco teórico. En el marco teórico que estudiarán las cuestiones de los mecanismos de formación de los precios y el fenómeno de la financiarización. Este bloque tratará de reunir las principales cuestiones teóricas acerca de estas dos materias, pero sin entrar a estudiar los efectos que tienen. Por tanto, en este bloque se analizará la composición y características de ambas cuestiones.

El segundo bloque será el Estado de la Cuestión. En este bloque se entrará a analizar los efectos de las materias previamente estudiadas sobre la economía y los precios del mercado. En este bloque las conclusiones se basarán en aquellas encontradas por los principales autores que estudian las materias de este trabajo. En esta sección se incorporará el estudio de la inversión en energías renovables y su influencia en la economía. No se introducirá en el marco teórico ya que los efectos que se proveerán vienen de estudios empíricos y dado al poco consenso académico en cuanto a las cuestiones teóricas básicas de estos efectos.

Finalmente, el tercer bloque constituirá la discusión. En este bloque se intentará reunir las conclusiones más importantes halladas en el Estado de la Cuestión. Una vez conocidos los principales efectos de estos tres hechos a estudiar se tratará de discutir el propósito del trabajo, que es estudiar la idoneidad de la inversión en materias primas como medio para reducir la exposición a los efectos negativos de la volatilidad de los precios del petróleo.

II. Marco teórico

1. Teoría económica clásica de los precios del Petróleo

De acuerdo con el consenso clásico de la teoría económica, explicado por Hamilton (2008), sobre el precio del petróleo, la asignación del precio viene dada por el equilibrio de tres variables endógenas; las Rentas por Almacenamiento, las Rentas por Gestión de contratos de Futuros y las Rentas por Escasez (Hamilton, 2008). Estas variables, que a su misma vez tienden hacia equilibrios internos, son los principales conductores de las variaciones en los precios al contado, mencionados como Spot a partir de ahora, y los precios de los Futuros.

Un precio Spot es el precio actual en el mercado en el que un activo determinado se puede comprar o vender para su entrega inmediata. Los precios Spot son específicos de tiempo y lugar, además de ser bastante uniformes en todo el mundo. Por el contrario, el precio de Futuros de un activo es su valor esperado en un momento y lugar futuro específico (Investopedia). Estos dos valores representan las dos vías disponibles para la adquisición de petróleo en los mercados de materias primas.

Estas rentas destacan por ser variables que afectan directamente a la oferta de petróleo, ya que son originadas por los productores y los agentes que componen la oferta. Por ello, este modelo teórico tiende a asumir una elasticidad negativa y muy reducida de la demanda del petróleo con respecto a variaciones en el precio (Hotelling, 1931).

i. Rentas por Almacenamiento

Según Hamilton (2008), las rentas por almacenamiento son las obtenidas a través de la adquisición y conservación de cantidades comerciables de petróleo. Éstas se calculan a través de la diferencia entre el precio futuro esperado del petróleo y su precio actual más los costes de intereses y almacenamiento. Los costes de intereses son aquellos en los que se incurre por la adquisición de deuda a título personal para financiar la compra de las existencias o, también, la rentabilidad a la que se renuncia para adquirirlas. Los costes de almacenamiento a su vez se originan por el mantenimiento de las existencias en el almacén. La renta por almacenamiento se puede expresar en la siguiente ecuación:

$$E_t P_{t+1} > P_t + C_t^*$$

1

Donde $E_t P_{t+1}$ es el precio esperado en el futuro, P_t es el precio presente (spot) y C_t^* es el coste de intereses y almacenamiento.

Como explica Hamilton (2008), estas rentas se dan en aquellos agentes que componen la oferta a través de las funciones de administración, transformación o distribución del producto. En caso de ser una renta positiva, los compradores almacenarán el producto y reducirán las ventas presentes para incentivar las futuras a través de contratos de Futuros. Esto conducirá el precio Spot a niveles superiores y se llegará al equilibrio, que supone la renta nula. En caso de que el coste presente sea mayor que el precio futuro los almacenadores aumentarán el número de petróleo ofertado para bajar el precio Spot y llegar al equilibrio.

Este fenómeno de ajuste se conoce como el arbitraje de los mercados financieros (Tropeano, 2016). De acuerdo con la teoría neoclásica (Frenk & Masters, 2010), y en concordancia con la hipótesis de mercados eficientes inherente a esta teoría, el arbitraje practicado por diversos agentes del mercado hará al precio del activo derivado, en este caso un contrato de Futuros, converger hacia el precio del activo subyacente. Este fenómeno se produce bajo la asunción de que existe homogeneidad entre los mercados de activos con características similares, además de la existencia de agentes económicos en búsqueda continua de beneficios en estos mercados, conocidos como especuladores.

En la teoría económica expuesta por Hamilton (2008) el arbitraje es un hecho necesario para eliminar el efecto de los especuladores en el mercado y las burbujas de precios que éstos provocan. Por ello, Hamilton (2008) considere que el efecto de los especuladores es inocuo en el camino hacia el precio de equilibrio debido a su planteamiento basado en la teoría neoclásica de arbitraje (Tropeano, 2016), e incluso necesario ya que son los agentes correctores de las disparidades de precios entre mercados que ellos mismos

¹ Fuente: Hamilton, J. D. (2008). Understanding crude oil prices. *NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH* N°14492, 1-44.

conectan. En contraste, varios autores difieren en su opinión con Hamilton basándose en hechos empíricos probados en sus trabajos que se comentarán en el estado de la cuestión. Además, el papel que juegan los agentes encargados de obtener estas rentas en el esquema de financización del mercado es fundamental.

Los efectos que tiene el fallo en el mecanismo de arbitraje se comentarán más adelante una vez analizados los efectos que producen en el precio de equilibrio la actual tendencia de financización del mercado del petróleo.

ii. Rentas por Gestión de contratos de Futuros

De acuerdo con Hamilton (2008), estas rentas se dan también en agentes que componen la oferta por las mismas razones que en las rentas por almacenamiento. En este caso los oferentes siguen una estrategia parecida a la anterior, solo que mediante la utilización de contratos de Futuros. En la circunstancia de que no se quiera almacenar el petróleo, pero se quiera asegurar la posesión de un volumen futuro, se pueden adquirir activos de petróleo comprando contratos de Futuros. Para los agentes que siguen esta estrategia, la ecuación de equilibrio vendrá dada por la búsqueda de la igualdad entre el precio del futuro en la actualidad y el precio spot futuro más los costes financieros atribuidos a los márgenes con los que se trabaja en los mercados de Futuros para asegurar las posiciones abiertas. Para calcular la renta por Gestión de contratos de Futuros Hamilton (2008) plantea la siguiente ecuación:

$$F_t = E_t P_{t+1} + H_t^{\#}$$

Donde F_t es el precio del contrato de Futuro en el momento actual, $E_t P_{t+1}$ es el valor esperado del precio Spot en el futuro y $H_t^{\#}$ representa los costes financieros que suponen mantener la posición abierta en el mercado de Futuros. Estos costes financieros son aquellos derivados de los márgenes requeridos por el mecanismo de

² Fuente: Fuente: Hamilton, J. D. (2008). Understanding crude oil prices. *NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH* N°14492, 1-44.

Mark To Market que gobierna los mercados de Futuros para asegurar liquidez y el pago de los contratos (Investopedia).

La estrategia de asegurarse el suministro de petróleo a través de Futuros es ampliamente utilizada por administradores, transformadores y distribuidores de petróleo, además de ser compatible con el mantenimiento de inventarios físicos. Además, el equilibrio de estas rentas se alcanza a través del equilibrio en las rentas de almacenamiento ya que el mercado de Futuros supone la otra cara del mercado Spot. Por tanto, en el también actúa el mecanismo de arbitraje explicado previamente y se contemplan las mismas restricciones.

iii. Rentas por escasez

El concepto de renta por escasez lo desarrolló por primera vez Harold Hotelling en su obra de 1931 *The Economics of Exhaustible Resources*. Basado en la concepción de que el petróleo es un bien escaso y finito cuyos precios de venta han de ser siempre mayores que los costes de producción incluso en situación de competición perfecta. Teniendo en cuenta que la cantidad existente de petróleo es menguante, se puede llegar a la conclusión de que guardar el petróleo tiene más sentido que venderlo por la elasticidad negativa entre la demanda y el precio de la gasolina que producirá un aumento constante del precio cada año. Además, teniendo en cuenta los costes de extracción Hotelling (1931) postula que ni incluso explotar el recurso es rentable para aquel que lo posee. Es por lo que aplicando la lógica de precios en constante subida puede presentarse la situación en la cual la extracción del petróleo del suelo no sea la opción más idónea, ya que mantenerlo sin extracción permite ahorrar costes.

Por tanto, de acuerdo con Hotelling (1931), debe de existir una renta que permita compensar a los productores la extracción del petróleo, y que provoca que les sea indiferente en que momento venderlo. Esta renta, por tanto, ha de ser la diferencia entre los costes de producción y el precio de venta. Hamilton (2008) plantea la ecuación de la renta de escasez de la siguiente manera:

$$\lambda_t = P_t - M_t.$$

3

Donde Lambda sub-t es la renta de escasez, Pt el precio de venta y Mt el coste de producción. Según plantea Hotelling (1931) esta renta de escasez ha de mantenerse siempre positiva, y actualizarse a través del tipo de interés. Por ello, si se mantiene en Ceteris Paribus el resto de las variables que afectan al precio, éste ha de ser constantemente creciente y siguiendo la dirección e intensidad del tipo de interés global de mercado (Hamilton, 2008).

$$P_{t+1} - M_{t+1} = (1 + i_t)(P_t - M_t).$$

4

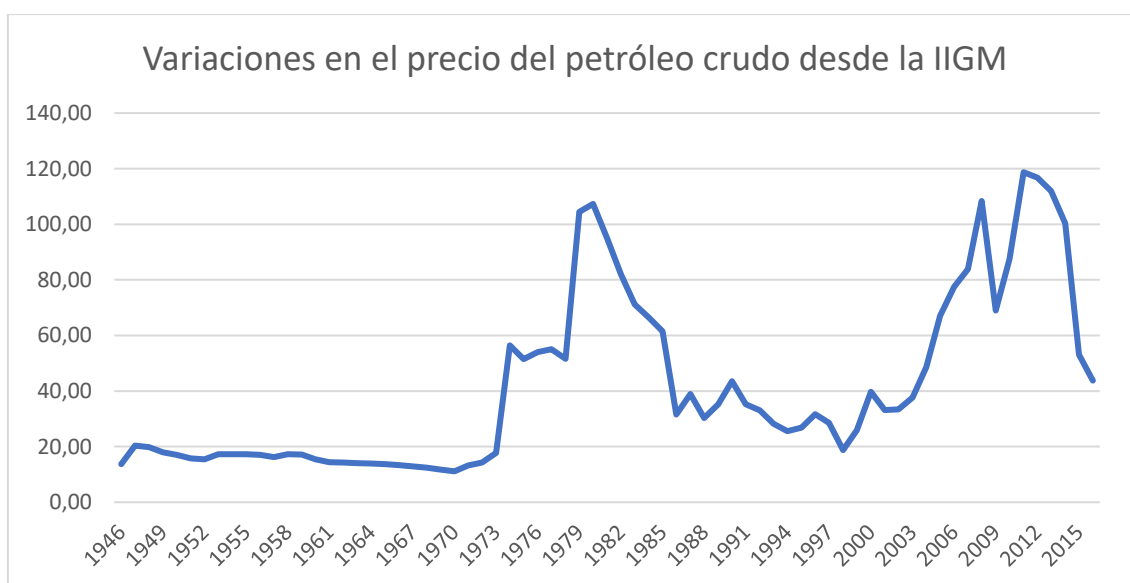
Las curvas negativas de precios pueden ser explicadas por la reducción de los costes de extracción a través de la innovación tecnológica (Hamilton, 2008). No obstante, este modelo no llega a acertar la realidad ya que la innovación tecnológica o la renta de escasez no han sido suficiente para explicar las variaciones del precio en momentos de volatilidad. Esta volatilidad durante los diversos años se puede ver en el Gráfico I. Esto se ve demostrado con el hecho de que entre 1979 se situara en \$ 104,50 (A precios de 2016) y que en 1986 en \$31,60 (A precios de 2016) o que, en 2008, con el Boom de las materias primas motivado por la crisis económica mundial, se situara en \$108,42 (A precios de 2016) para finalmente situarse en \$43,73 para el año 2016 (BP, 2017). Estos dos ciclos han sido los de mayor volatilidad en toda la historia de la comercialización del crudo, y aunque respondan a hechos puramente exógenos (Revolución en Irán de 1978, Guerra Irán-Irak 1980 o la Guerra del Golfo 1990) son una buena prueba de estrés para demostrar la invalidez de la teoría de Hotelling.

³ Fuente: Fuente: Hamilton, J. D. (2008). Understanding crude oil prices. *NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH N°14492*, 1-44.

⁴ Fuente: Fuente: Hamilton, J. D. (2008). Understanding crude oil prices. *NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH N°14492*, 1-44.

Finalmente, Krautkraemer (1998) se encargó de realizar una revisión de la literatura concerniente a este tema, con la conclusión de que, pese a los esfuerzos de Hotelling por formular una relación teóricamente estética los resultados en este sentido no son del todo satisfactorios. Este hecho ha motivado a muchos economistas a pensar que históricamente los precios del petróleo han sido muy poco influenciados por la cuestión de la escasez.

Gráfico I: Variaciones en el precio del petróleo crudo desde la IIGM



Elaboración propia. Datos: BP. (13 de June de 2017). *BP Statistical Review of World Energy 2017*.
Obtenido de <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>

2. Alternativas a la teoría económica

Hamilton (2008) llega a la conclusión de que el pronóstico del precio del petróleo a través de factores endógenos es prácticamente imposible varias veces a lo largo de su trabajo 1983 y 1980. No obstante, recalca el hecho de que, aunque la teoría económica puede responder a ciertas cuestiones acerca del comportamiento de los agentes, las variables exógenas tienen una influencia demasiado fuerte como para intentar buscar las respuestas en un modelo que no tiene en cuenta todos los componentes del mercado.

Por ello, el siguiente enfoque que nos provee es el estudio de las fuerzas de oferta y demanda del mercado. Este estudio acerca de la demanda y la oferta no es excluyente con respecto a las conclusiones de la teoría económica, sino que aboga por unificarlo para encontrar una explicación unificada y sintética.

El primer punto que estudia de los componentes del mercado es la demanda. Con respecto a la demanda Hamilton (2008) estudia las elasticidades presentadas de la con respecto al precio y la del ingreso con respecto al precio. Para la elasticidad de la demanda utiliza los cálculos de Dahl (1993) y Cooper (2003) para el corto y largo plazo. Dahl (1993) y Cooper (2003) hallaron que esta elasticidad era de -0,1 en el corto plazo y entre -0,2 y -0,3 al largo plazo. Estas elasticidades son congruentes con la asunción de Hotelling de una elasticidad reducida y negativa.

La elasticidad de la demanda de petróleo tiene una relación directa con la elasticidad de la demanda de la gasolina, que suele ser utilizada como base para su cálculo (Hamilton, 2008). La elasticidad de la gasolina con respecto al precio se caracteriza por ser muy reducida, cercana a 0 y negativa, dada una necesidad energética constante de la economía. Este supuesto implica que cualquier variación en el cambio del precio del petróleo apenas tenga efecto sobre su demanda ni en la demanda de gasolina, y que las variaciones en la demanda sean cuasi despreciables y sin ningún efecto sobre el nivel de precios.

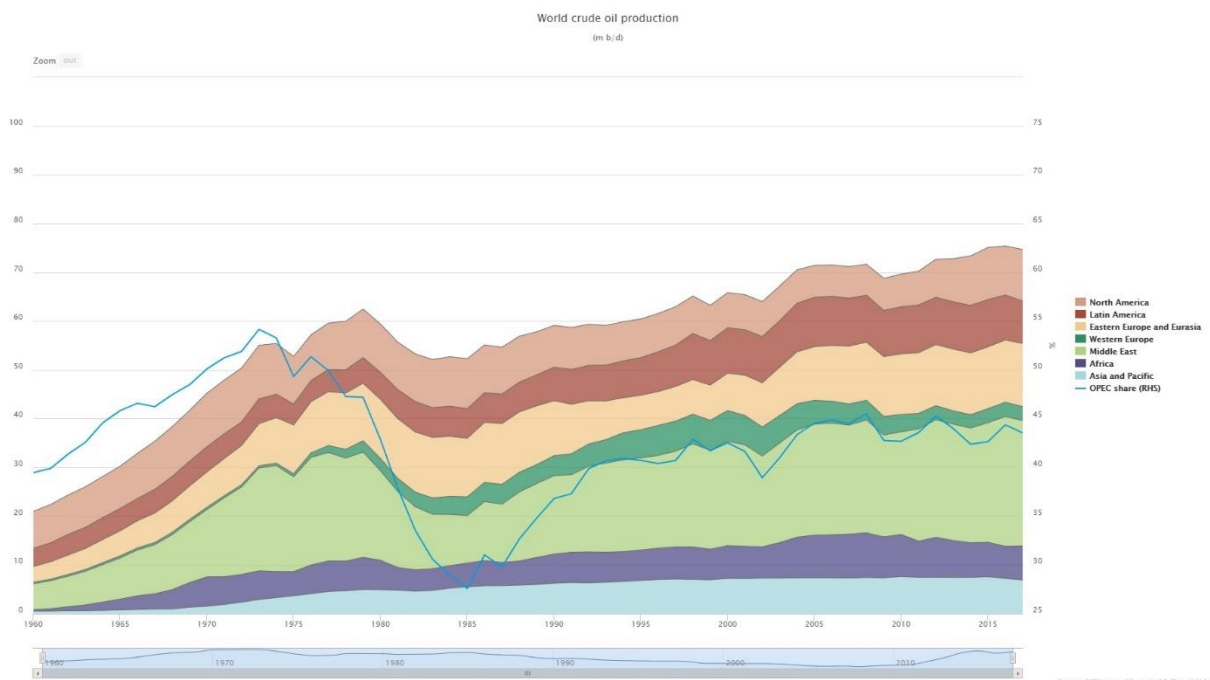
Además, Hamilton (2008) menciona la elasticidad del ingreso (Producto Interior Bruto) y el precio del petróleo, para encontrar que existe una elasticidad positiva pero variable. Según su análisis, esta elasticidad no se mantiene constante y tiene un componente exógeno muy importante. Este tema se revisará con mayor profundidad en el estado de la cuestión cuando se analicen los efectos del precio del petróleo sobre el PIB.

Una vez revisado los componentes de la demanda, el siguiente punto a estudiar es la oferta. Cuando estudia la oferta de petróleo las variables sobre las que se centra son el papel de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (posteriormente mencionada como OPEP), los plazos necesarios para comenzar la producción y el reto del agotamiento.

LA OPEP es una Organización Internacional compuesta por países productores de petróleo creada en Bagdad en 1960. En la actualidad la conforman Angola, Arabia Saudí, Argelia, Ecuador, Emiratos Árabes Unidos, Indonesia, Irak, Kuwait, Nigeria, Qatar, Irán, Libia y Venezuela. La OPEP es el mayor productor de petróleo del mundo ya que, como se puede observar en el Gráfico II, controla el 43,3% de la producción global de petróleo y posee el 81,5% de las reservas conocidas (OPEC, 2018).

Históricamente ha utilizado su poder como principal oferente de petróleo para modificar los precios y fijarlos en niveles considerados justos y estables (Hamilton, 2008). Este hecho refuerza la hipótesis de la alta elasticidad de la oferta y la inelasticidad de la demanda. Sin embargo, Hamilton (2008) estudia el comportamiento de los agentes de la OPEP para concluir que, aunque sea un cartel en apariencia, no lo es al uso. Hamilton (2008) encuentra que viendo los acuerdos de cuotas y las producciones efectivas de todos los agentes se puede concluir que Arabia Saudí actúa como actor independiente gracias al peso que le da su posición como mayor productor (aporta un 33% de la producción) y por tanto ha de considerarse su situación geopolítica para intentar tratar de deducir cual va a ser la oferta efectiva de petróleo para un periodo dado. Además, posibles conflictos entre miembros pueden llevar a que haya reducciones o aumentos de cuotas unilaterales.

Gráfico II: Producción Mundial de petróleo



Fuente: OPEC. (2018). *Annual Statistical Bulletin*. Obtenido de <https://asb.opec.org/>

La siguiente variable de la oferta son los plazos necesarios para el comienzo de la explotación. Aunque exista inversión por parte de los productores para incrementar su producción, ésta puede no verse afectada hasta un plazo mayor que el de la inversión dadas las dificultades técnicas y de infraestructura que presenta la extracción del petróleo (Hamilton, 2008). Por tanto, la producción dependerá también del periodo de tiempo necesario para poner en funcionamiento una inversión petrolera. Esto concuerda con el hecho de que los miembros de la OPEP gocen de tal cantidad de reservas, pero su producción no sea tan desigualada con respecto al resto.

La última variable que destaca es el reto del agotamiento. Debido a que los pozos tienden a acabarse por su carácter finito, se están desarrollando nuevas técnicas para poder recuperar producción que se daba por perdida. Un ejemplo actual de esto es la popularidad de la técnica de Fracturación Hidráulica (Fracking) que permite obtener producción nueva a través del bombeo de agua a presión a pozos cuya presión no era suficiente para extraer el petróleo. Por tanto, ver cómo afrontan los agentes la escasez y sus medidas para optimizar la producción también serán necesarias para conocer la producción y la oferta.

Sin embargo, en su estudio de (Hamilton, Oil and the Macroeconomy, 2005), Hamilton concluye que los conflictos políticos y militares en países productores (variable exógena) han sido aquellos que más influencia han tenido sobre los shocks del petróleo. Básicamente plantea que ninguna variable endógena de por sí ha podido pronosticar los precios del petróleo debido a que no tienen suficiente fuerza por sí mismas. Cabe mencionar que en el artículo (Hamilton & Wu, Effects of index-fund investing on commodity futures prices, 2012) el autor sí que demuestra que en el periodo 2007-09 los precios de los Futuros y su demanda tuvieron una influencia sobre el precio spot lo que nos demuestra que con la financialización de los mercados de materia primas se ha abierto la puerta a la demanda como factor con influencia sobre la formación de los precios del petróleo.

3. Fenómeno de financialización de los mercados de materias primas

Una vez revisados los principales factores que influyen en la determinación del precio del petróleo provistos por el trabajo de Hamilton (2008), se hace necesario comentar un fenómeno financiero actual que está teniendo una influencia vital en el mecanismo de arbitraje de mercados previamente mencionado. El comienzo de la financialización de los mercados del petróleo se puede encontrar en el año 1976, cuando se crea un contrato derivado sobre el petróleo con el objetivo de aumentar la flexibilidad para la adquisición de petróleo. La creación de los Futuros estuvo motivada por el shock del petróleo de 1974. Por tanto, es en 1976 cuando se comienza a comerciar con contratos de futuro sobre el Western Index Intermediate (WTI) en el Mercado de Futuros de Chicago.

En los últimos años se ha ido desarrollando una corriente teórica acerca de los efectos que están teniendo la inversión de Entidades Financieras, Inversores Institucionales y agentes de la oferta del petróleo en los precios de activos de petróleo y derivados de éste. Entre los autores que han estudiado este efecto destacan (Tropeano, 2016), (Henderson, Pearson, & Wang, 2015) y de nuevo (Hamilton & Wu, Effects of index-fund investing on commodity futures prices, 2012). Pero para describir el proceso de financialización y los componentes de este se utilizará como referencia el trabajo de

Tropeano (2016), que revisa la evolución histórica de este fenómeno y los roles que han desempeñado los diversos agentes.

Tropeano (2016) analiza cronológicamente el efecto de la financiarización de los mercados de materias primas debido a que sus componentes y las posiciones que ocupan han variado a lo largo de su existencia, siendo imposible describir el fenómeno como un hecho puntual y optando por comprenderlo como una tendencia. Por ello lo divide en dos fases; una primera fase que se extiende del año 2000 hasta el 2008 y una última fase que ha comenzado en el 2008 y cuyos efectos se analizan en su trabajo hasta el año 2014, año marcado por la apertura de una investigación de este efecto por parte del senado de Estados Unidos y por una caída generalizada de los precios del petróleo.

i. Primera fase (2000-2008)

Según (Tropeano, 2016), el origen de este fenómeno se encuentra en el aumento de la demanda de activos derivados de materias primas por parte de los Inversores Institucionales, especialmente los índices sobre materias primas. Los Inversores Institucionales son organizaciones encargadas de invertir grandes sumas dinero, tanto propias como ajenas, en títulos y fondos. Los más comunes son los fondos de pensiones, las compañías de seguro, las sociedades de inversión o incluso los propios bancos (Morningstar, 2018).

Los índices sobre materias primas son activos artificiales que están compuestos por una cesta de materias primas cuyos rendimientos mimetizan a los rendimientos que obtuviera un inversor por la misma cesta de materias primas con el mismo horizonte temporal (Tropeano, 2016). Además de los índices de materias primas, nuevos productos derivados de materias primas se crearon para las estrategias de reducción de riesgo de los inversores. El trabajo de Henderson, Pearson y Wang (2015) es una buena referencia para conocer la variedad de contratos ya que utilizan para su estudio una muestra compuesta por contratos ligados a materias primas cuyas modalidades principales son las siguientes; contratos sobre materias primas, contratos de Futuros sobre materias primas, índices de precios de materias primas, cestas de materias primas

o de contratos de Futuros y fondos cotizados en bolsa (a partir de ahora mencionados como ETF; Exchange-traded Funds).

El interés en estos activos por parte de los Inversores Institucionales proviene de la necesidad de cubrir el riesgo mediante una estrategia de cobertura y de diversificación de inversiones. Una cobertura se define como una inversión para reducir el riesgo de movimientos de precios adversos en un activo. Normalmente, una cobertura consiste en tomar una posición de compensación en un valor relacionado, como un contrato de Futuros, o en un activo que presente un comportamiento inverso al activo cuyo precio se quiere asegurar (Investopedia).

Por ello, al extenderse la creencia de que las materias primas presentan correlaciones negativas (Idzorek, 2006) con respecto a los valores de renta variable, las materias primas se convierten en una pieza fundamental para la estrategia de los Inversores Institucionales (Tropeano, 2016). Esta correlación negativa según Basu y Gavin (2011) es una afirmación irracional de acuerdo con la teoría neoclásica, además de que, incluso siendo cierta, ésta se trata de un hecho puntual del mecanismo de arbitraje entre mercados más que de una constante.

No obstante, esta estrategia tuvo unas consecuencias sobre el mercado en el que actuaban por la estructura financiera necesaria para mantenerla. Realmente, la adquisición de contratos sobre índices de materias primas no implica la adquisición de las materias primas, sino la creación de un contrato con otra parte para asegurarse los retornos mimetizados de esa inversión. Esa otra parte generalmente la ocupaban los bancos, especialmente de inversión y afincados en Wall Street (Tropeano, 2016), los cuales proveían esos retornos mediante un contrato de permuta financiera o Swap. La principal razón bajo la que se creaban contratos artificiales era la caducidad de las materias primas, mientras que las cestas de contratos no se veían afectadas por el paso del tiempo (Idzorek, 2006).

Un swap o permuta financiera es un contrato derivado mediante el cual dos partes intercambian instrumentos financieros. Estos instrumentos generalmente involucran flujos de efectivo basados en un monto principal notional que ambas partes acuerdan. Comúnmente, la inversión inicial no cambia de manos. Cada flujo de caja consta de una

parte del canje. Un flujo de caja generalmente se fija, mientras que el otro es variable, es decir, se basa en una tasa de interés de referencia, tipo de cambio flotante o precio índice (Furió, 2017).

Atendiendo a la explicación previa, en el contrato que se alcanzaba entre el inversor institucional y el banco, la inversión inicial del Inversor Institucional era utilizada por el banco para adquirir bonos del tesoro cuyos flujos de caja eran fijos. Este flujo de caja se canjea por el flujo de caja variable del índice de materias primas. Entonces, el beneficio del inversor, y la obligación de pago del banco, es la diferencia entre este flujo de caja variable y el flujo de caja fijado. Este contrato provoca que el banco se vea expuesto al riesgo del precio por su posición corta en el índice de materias primas, y por tanto para reducir su exposición adquiere un activo con comportamiento inverso, que en este caso es una posición larga en un contrato de Futuros (Tropeano, 2016).

La posición abierta por los bancos a su vez implica que también debe existir otra parte que asumiera la posición corta en el mercado de Futuros. Esa parte la ocupan los denominados especuladores y los productores de coberturas para bancos. Los productores de coberturas generalmente eran empresas comerciales encargadas administración, transformación o distribución del producto que vendían posiciones cortas sobre los activos que constaban en su inventario, y los especuladores eran otras firmas de inversión (Tropeano, 2016) que se encargaban de invertir en la curva de precios de las materias primas. Cabe destacar que los productores de coberturas coinciden con aquellos beneficiarios de las rentas de almacenamiento explicados por Hamilton (2008).

La cobertura de los riesgos de los bancos tiene una serie de consecuencias en el mercado debido a la diferencia temporal entre los pasivos asumidos y los activos utilizados para cubrir el riesgo de los pasivos. El hecho de que los swaps de índices de materias primas se caractericen por su amplio horizonte temporal, ya que las inversiones que cubren son a largo plazo, provoca una serie de discrepancias con los contratos de Futuros cuyo horizonte temporal es menor (Tropeano, 2016). Estos contratos de Futuros se caracterizan por ser a un plazo medio o corto, y también porque a cuanto más cercano estén al periodo de madurez menor es su valor al haber convergido al del activo subyacente. Este hecho provocó que los bancos comenzaran a aplicar la táctica de

vender aquellos contratos de Futuros cuando se acercara su fecha de madurez y adquirir a cambio contratos de Futuros con mayor horizonte temporal (conocida como *roll over*). Esta práctica produce una serie de patrones conocidos en el mercado ya que los bancos recurrían a él en fechas determinadas y con volúmenes fijos. Debido a que los patrones de mercado eran conocidos por muchos agentes del mercado, algunos comenzaron a practicar la especulación gracias a estos patrones siendo denominada especulación de calendario.

Este esquema de cobertura y arbitraje se mantuvo durante los primeros años del siglo XXI hasta la crisis financiera de 2007-8 que produjo una reducción de la inversión generalizada. No obstante, el fenómeno de financialización de los mercados de materias primas continuó una vez superado el bache inicial de la crisis y aumentó su complejidad mediante la innovación financiera. El dato más representativo para confirmar que la tendencia se mantuvo fue que el volumen de activos gestionados aumentó de 160 mil millones de dólares en 2008 a 424 mil millones de dólares para final del año 2012, aumentando la inversión en energía un 96,77% en este periodo de cuatro años (Tropeano, 2016).

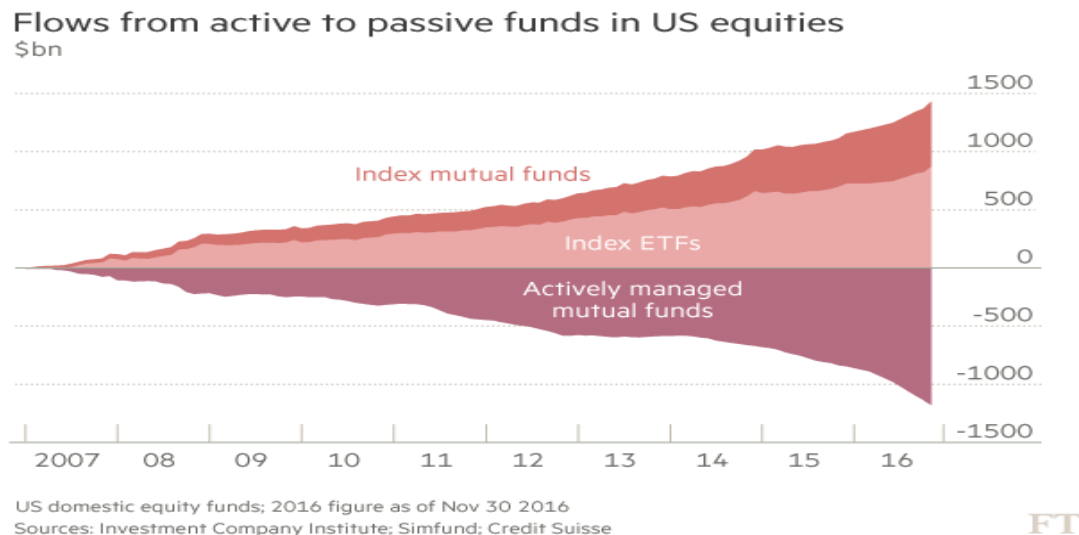
ii. Segunda fase (2008- actualidad)

Tras la crisis financiera de 2007-8 comienza un nuevo periodo para la inversión en materias primas. En este nuevo periodo se ve un cambio de roles en algunos actores, especialmente en los bancos, además de un incremento en el volumen de las inversiones.

Como ya se ha mencionado, la innovación financiera marcó este periodo por la introducción de nuevos activos derivados sobre materias primas ya que el volumen de activos aumentó en un 165% (Tropeano, 2016). Los Exchange-Traded Funds fueron los que más destacaron como una nueva modalidad de inversión ya que vieron un incremento del 337,5 % pasando de estar controlados 48 mil millones de dólares en 2008 a 210 mil millones de dólares en 2012 (Tropeano, 2016). Un ETF, o fondo cotizado en bolsa, es un valor negociable que rastrea un índice, un producto básico, bonos o una canasta de activos como un fondo indexado. A diferencia de los fondos mutuos, un ETF

cotiza como una acción ordinaria en una bolsa de valores. Los ETF experimentan cambios de precio a lo largo del día a medida que se compran y se venden. Los ETF generalmente tienen una mayor liquidez diaria y tarifas más bajas que las participaciones de los fondos mutuos, lo que las convierte en una alternativa atractiva para los inversores individuales (Investopedia).

Gráfico III: Flujos de activo en fondos de gestión pasiva en EE. UU.



Fuente: Wigglesworth, R. (24 de 01 de 2017). *ETFs are eating the US stock market*. Obtenido de Financial Times: <https://www.ft.com/content/6dabad28-e19c-11e6-9645-c9357a75844a>

Como se ha mostrado en el Gráfico III, la atención de los inversores fue atraída en el periodo de 2008 a 2012 hacia los ETF. Aparte de los ya mencionados Inversores Institucionales, tanto Administradores de dinero como Hedge Funds que llevaban a cabo una estrategia de inversión activa aumentaron sus inversiones en ETFs. Los ETFs, al igual que los swaps de índices, habían de ser cubiertos por contratos de Futuros con un horizonte temporal menor. Entonces estos nuevos contratos también tenían que ser sustituidos cuando se acercaban a su maduración por otros con duración mayor, aumentando la intensidad del *roll-over*. La introducción de estos derivados que también requería una estrategia de renovación de contratos de Futuros produjo nuevos patrones de mercado conocidos. La principal consecuencia de los nuevos patrones de comercio conocidos por los agentes fue que acentuaron la especulación de calendario debido al

número de oportunidades que brindaba la creciente creación de activos conectados a materias primas (Tropeano, 2016).

Si los ETFs fueron la inversión que protagonizó este periodo, los bancos fueron los agentes que destacaron en esta nueva fase. Tras la crisis de 2008 hubo un cambio en la composición de los balances de los bancos, a pesar de mantener su función de intermediarios en representación de los Inversores Institucionales. Los grandes bancos de inversión aumentaron sus inversiones en materias primas y los préstamos a agentes de la oferta de petróleo (Kaminska, 2010). Se puede deducir que esta entrada de los bancos en el mercado fue debido a las restricciones financieras que tenían los agentes encargados del mecanismo de arbitraje de mercado a través de lo postulado por Acharya, Loechster, & Ramadorai (2013) Shleifer & Vishny (1997) y Vayanos (2010).

Estas inversiones en materias primas fueron acompañadas por adquisiciones de facilidades para el almacenamiento de las materias primas con el objetivo de reducir los costes. Relacionando este hecho con la teoría previa, se puede ver que los bancos cambiaron de rol y empezaron a beneficiarse de las rentas de almacenamiento y a practicar arbitraje entre los mercados de los derivados y el del activo subyacente (Tropeano, 2016).

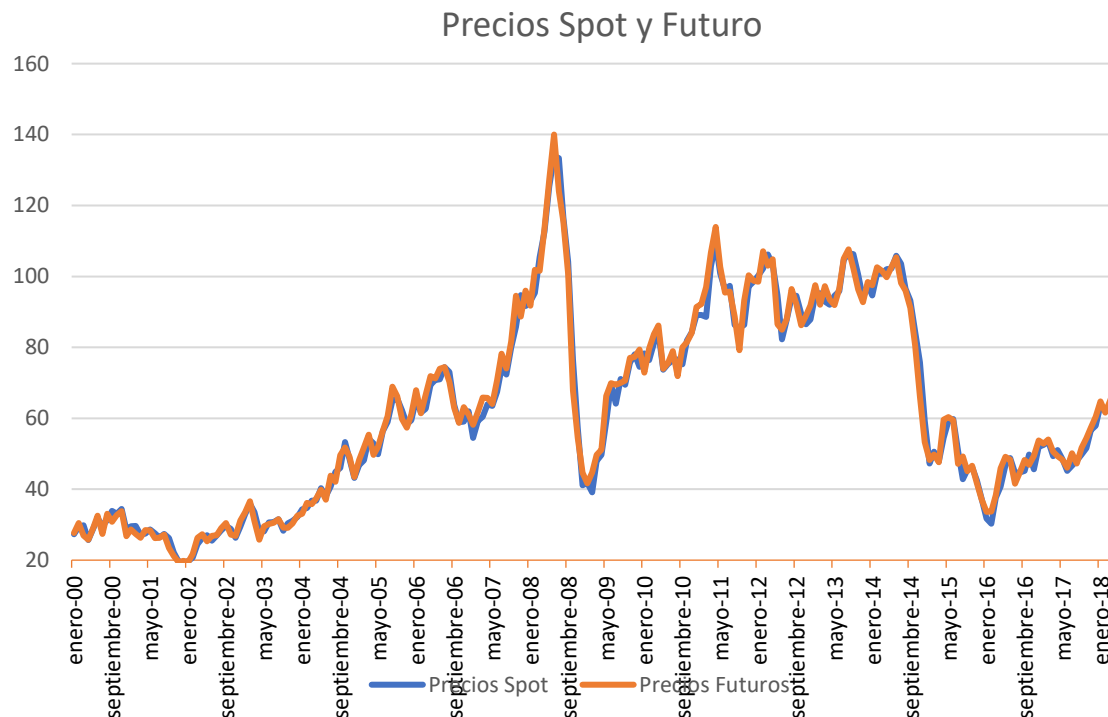
Aunque las rentas por almacenamiento pudieran haber atraído la atención de los grandes bancos, realmente lo que buscaban los bancos era beneficiarse de la forma de la curva del mercado de Futuros que se utilizaban para cubrir las inversiones en materias primas. Por el amplio uso de los contratos de Futuros y los efectos de la renovación continua de contratos de Futuros, que provocaba una sobrevaloración de los Futuros de mayor horizonte temporal, la curva de precios del mercado de futuro presentaba Contango. Contango se refiere a un tipo de estructura que se da en la curva del precio de los Futuros por la cual el precio del futuro va aminorando a medida que se acerca al momento de maduración (Investopedia). La estructura contraria a Contango se conoce como Backwardation.

Para una institución que pretenda beneficiarse de la especulación que se produce con la renovación de contratos, o especulación de calendario, habrá de seguir dos estrategias. La primera es abrir posiciones cortas cuando esté el mercado en Contango,

es decir, vender más caro por adelantado. La segunda es abrir posiciones largas cuando el mercado está en estado de Backwardation, es decir, el pago futuro es menor que el presente. El beneficio obtenido por estas técnicas de inversión se conoce como *Rolling yield*.

El Gráfico IV muestra los valores de los precios Spot y Futuro de un mes de expiración (Front-month). En los momentos de Contango la línea de precios de futuro es superior a la Spot y en Backwardation sucede lo contrario. El Grafico es una muestra de la tendencia cambiante en esta época, pero principalmente en Contango.

Gráfico IV: Precios Spot y Futuro desde 2000



Fuente: Elaboración propia. Datos: BP. (13 de June de 2017). *BP Statistical Review of World Energy 2017*. Obtenido de <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>

Además de los bancos, esta estrategia también fue llevada a cabo por empresas comerciales las cuales disponían de un inventario físico de producto para ser distribuido. Las entidades bancarias durante esta época comenzaron a alcanzar acuerdos para

proveer préstamos a estas entidades comerciales con el objetivo de ser utilizados para la adquisición de contratos con productores para asegurarse compras de productos todavía no extraídos. Este hecho incentivó la extracción y comercialización del petróleo que tuvo un efecto de caída en los precios Spot permitiendo así que la estructura de Contango se intensificara (Kaminska, 2010).

En esta situación previamente descrita, las empresas comerciales se encontraban en una situación de desventaja con respecto a los grandes bancos debido a un mayor coste de financiación para la adquisición de mercancías. Los bancos gozaban de una situación financiera inigualable gracias a las políticas monetarias del momento que aseguraban niveles bajos de interés y una política monetaria menos restrictiva. Por ello, los bancos obtenían efectivo a un tipo de interés bajo, el cual prestaban a los productores además de invertirlo en la adquisición de su propio inventario.

A parte de este tipo de inversión con cobertura de riesgo, otras estrategias de inversión se materializaron. El efecto de una curva de precios de Futuros marcada por el Contango y Backwardation permitía que la simple inversión en contratos de Futuros, sin necesidad de cubrirlos con activos físicos, fuera una estrategia de inversión muy rentable. No obstante, comenzó a darse un fenómeno muy extraño y era la coincidencia de Contango y crecimiento de precios. El Contango suele estar sucedido por una bajada de precios, especialmente el del futuro, pero durante esta época se registraron subidas de precios.

Esta situación de Contango y precios en alza se mantuvo hasta el año 2014 cuando, especialmente en el petróleo, se produjo un shock en el precio que llevó a grandes caídas de precios. Estas caídas de precio pudieron estar motivadas por la situación geopolítica y macroeconómica. Se produjo un aumento de la cuota de Arabia Saudí durante este tiempo motivada por los conflictos regionales en Oriente Medio a la vez que se materializó una reducción de la demanda de petróleo en grandes países productores, especialmente China, por la deceleración de su crecimiento industrial. No obstante, esta tendencia se ha visto revertida en los posteriores años al alcanzar en el periodo de 2016-18 una estabilización de los precios del petróleo en el rango entre 60 y 80 dólares el barril. Esta estabilización ha permitido que en este periodo la inversión en

ETFs haya crecido de nuevo, siendo ya una modalidad de inversión más popular que las carteras de renta variable en Estados Unidos (Wigglesworth, 2017).

Al mismo tiempo de estos nuevos mecanismos y roles de actores, en este periodo también hubo una modificación en las formas de intercambio de contratos. La introducción de nuevos medios para el comercio se produjo con el aumento de las plataformas electrónicas de negociación por los nuevos productos, cada una con sus propias reglas, y el uso de máquinas con comportamientos automáticos programados ha complicado la situación. Cuantos más lugares de negociación y modalidades haya en los que se negocien valores, más difícil será el arbitraje entre ellos (Mirowski, 2010).

También Tropeano (2016) destaca que la mayor parte de esa negociación ocurrió en la “oscuridad”. Con oscuridad se refiere a los denominados “Dark Pools”, que son mercados donde la revelación de los spreads compra-venta no se hace pública antes de la operación, así como transacciones internalizadas entre los departamentos de la misma institución financiera y los intercambios extrabursátiles (Degryse, Jong, & Kervel, 2011). Estas operaciones internalizadas se dan especialmente en los bancos ya que dentro de su balance configuran activos y pasivos de la misma naturaleza y dirección inversa. Degryse, de Jong y Kervel (2011) también concluyen que el aumento en la proporción de operaciones realizadas en el área oscura reduce la liquidez en el área “iluminada”.

III. Estado de la cuestión: Inversión en Energías renovables como medida para mitigar la exposición volatilidad del petróleo

1. Efectos económicos de los precios del petróleo

Para analizar la relación que hay entre los precios del petróleo y el Producto Interior Bruto en la economía se recurrirá de nuevo a los trabajos de James D. Hamilton al ser uno de los autores más prolíficos en esta temática. No obstante, los datos macroeconómicos que maneja Hamilton, y la mayoría de los autores referenciados, son de la economía de Estados Unidos por lo que las conclusiones suponen una guía, pero no son extrapolables para todas las economías.

Hamilton ha realizado varios trabajos en los que analiza la influencia de los shocks en los precios del petróleo en el producto interior bruto. Entre estos trabajos destacan (Hamilton, What is an oil shock?, 2000), (Hamilton, Oil and the Macroeconomy Since World War II, 1983) (Hamilton, Causes and Consequences of the Oil Shock of 2007-08, 2009) pero especialmente (Hamilton, Oil and the Macroeconomy, 2005), que servirá como guía para el análisis ya que en este trabajo Hamilton sintetiza los diferentes enfoques teóricos que ha tenido la cuestión de la influencia de los precios del petróleo en el PIB.

i. Origen de las variaciones extremas de precios

El estudio de Hamilton (2005) muestra que el aumento de los precios del petróleo es responsable de nueve de cada diez recesiones en los Estados Unidos desde la Segunda Guerra Mundial, lo que sugiere un impacto negativo de los cambios en el precio del petróleo en el crecimiento producción de los Estados Unidos. La mayoría de los estudios posteriores llegan a conclusiones similares.

Lo primero que destaca Hamilton (2005) entre las principales corrientes teóricas acerca de los efectos en el PIB de los shocks en el precio es que existe un consenso generalizado entre los autores de que esta relación no es una simple coincidencia estadística, sino un fenómeno generalizado, estimable y con causalidad. Hamilton (2005) destaca varios

autores que apoyan esta visión como a Rasche y Tatom (1977) que demostraron esta relación estadística desde el año 1973 al año 1977, Burski y Kilian (2001) que además proponen que el efecto sobre el PIB lo produce la política monetaria utilizada para aminorar los efectos de los Shocks en el precio, Hamilton (1983) el cual fue su primer estudio acerca de este fenómeno, Rotemberg y Woodford (1996) quienes abordan este hecho desde la premisa de competencia perfecta en el mercado energético o Kim y Loungani (1992) cuyo análisis del ciclo económico sugirió que los shocks del precio del petróleo podrían explicar solo un componente modesto de la varianza del crecimiento de la producción en los Estados Unidos.

Siguiendo con el análisis de Hamilton, la siguiente diferencia teórica entre los principales autores mencionada es la creencia de que los shocks de petróleo vienen dados por variables endógenas o exógenas. Hamilton se encuadra entre los autores que cree que estos shocks tienen un origen fuera de la economía a la que afectan. Hamilton se apoya en el trabajo de orientación empírica de varios autores para sustentar esta visión. Entre estos autores, menciona a Dotsey y Reid (1992), Hoover y Perez (1994), Ferderer (1996), Brown y Yücel (1999) y Haltinwanger (2001). Hamilton (2005) afirma que el origen de los Shocks de precios en el petróleo ha estado relacionado principalmente con conflictos militares en los países productores (Lawler, Soldatkin, & Nasralla, 2015). Esta característica exógena se puede apreciar en la tabla proporcionada en la que se muestran las principales caídas de producción de los últimos 70 años.

Tabla I: Eventos exógenos y reducción de la producción de petróleo

Fecha	Evento	Caída de la producción mundial
Noviembre 1956	Crisis de Suez	10,1%
Noviembre 1973	Conflicto árabe-israelí	7,8%
Noviembre 1978	Revolución iraní	8,9%
Octubre 1980	Guerra Irán-Irak	7,2%
Agosto 1990	Guerra del Golfo	8,8%

Fuente: Hamilton, J. D. (2005). Oil and the Macroeconomy. *National Bureau of Economic Research*, 1-18.

No obstante, también cabe destacar autores que plantean otra perspectiva en cuanto a los factores que influyen en el precio del petróleo. Barsky y Kilian (2001) por su parte argumentan que gran parte del incremento del precio del petróleo en el periodo de 1973-74 se debe al aumento de la base monetaria llevado a cabo por la reserva federal.

ii. Efectos económicos

Aunque haya disparidad de opiniones en cuanto al cómo influyen los precios del petróleo al PIB, existe un relativo consenso acerca de qué se ve afectado por las variaciones de precios. La consecuencia más citada de un shock del precio del petróleo es una caída repentina en la demanda de ciertos tipos de automóviles (Bresnahan & Ramey, 1993). Este hecho es apoyado por Hamilton (2009) que proporciona datos de la reducción del 25% de las ventas de SUVs tras el shock de 2008. Lee y Ni (2002) también dedujeron en su trabajo que los shocks en los precios del petróleo tienden a reducir la demanda de automóviles, aunque principalmente el consumo en las industrias intensivas en petróleo. Haltiwanger (2001) concluye que los shocks en el precio reducen el empleo en las industrias que son más intensivas en capital, más intensivas en energía y tienen una mayor durabilidad del producto. Atkeson y Kehoe (1999) proporcionaron análisis teóricos sobre la forma en que los costos tecnológicos de ajustar el capital o la mano de obra pueden dar como resultado una ampliación de los efectos perturbadores de las crisis del petróleo.

iii. Transmisión de volatilidad a otros mercados

Además de estos efectos directos sobre el PIB, Nazlioglu, Erdem y Soytaş (2013) investigan la transmisión de volatilidad entre petróleo y unos determinados mercados agrícolas seleccionados (trigo, maíz, soja y azúcar) que son productos agrícolas clave para los biocombustibles y para la alimentación básica. Nazlioglu, Erdem y Soytaş (2013) observaron importantes transmisiones de riesgo de los mercados de petróleo a los mercados de materias primas agrícolas después de la crisis de los precios del petróleo de 2008, lo que sugiere que los inversores que buscan refugio de las variaciones negativas del petróleo aumentan la financiación de los mercados de materias primas agrícolas.

Tabla II: Correlación entre las variaciones de precios de materias primas

	<i>Petróleo</i>	<i>Trigo</i>	<i>Soja</i>	<i>Maíz</i>	<i>Azúcar</i>
Petróleo	1				
Trigo	0,15252907	1			
Soja	0,27690985	0,41485725	1		
Maíz	0,18836456	0,48811072	0,55797461	1	
Azúcar	0,2141526	0,23345927	0,11574077	0,10387095	1

Fuente: Elaboración propia. Datos: BP. (13 de June de 2017). *BP Statistical Review of World Energy 2017*. Obtenido de <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>

En la tabla anterior se muestran las correlaciones existentes entre las variaciones de precios de las diversas materias primas mencionadas en el estudio de Nazlioglu, Erdem y Soytaş (2013) y el petróleo. Según los datos obtenidos, se puede concluir que existe correlación positiva entre las variaciones de las materias primas y el petróleo.

Por tanto, se puede concluir a través de este análisis de los distintos enfoques que han estudiado los efectos de la variación de los precios del petróleo en el PIB que estos se localizan en unos sectores muy específicos de la economía, por lo tanto, más asequibles para las políticas públicas. Además de los efectos directos, también se ha comprobado que la volatilidad del petróleo tiene efectos directos y transmisión a los mercados agrícolas, especialmente a aquellos que suponen materia prima para la industria del biodiesel y la alimentaria.

2. Efectos económicos de la financiarización del mercado del petróleo

i. ¿Por qué el petróleo como cobertura?

La creencia generalizada de que las materias primas eran una buena cobertura para las inversiones en renta variable ha sido la principal motivación para que los inversores busquen exposición a los precios del petróleo con el objetivo de cubrir el riesgo de sus inversiones en renta variable y que el petróleo se haya convertido en un activo financiero codiciado. Esta creencia se basa en las conclusiones de determinadas instituciones financieras que han analizado las correlaciones de diversos activos con los de las materias primas, y han concluido a través de sus modelos aplicados para

interpretar la información que existen correlaciones negativas entre estas dos clases de activos, a pesar de no tener fundamento teórico (Idzorek, 2006).

Además, el petróleo físico juega un papel minoritario en este esquema financiero ya que los principales productos comerciados son productos derivados en los que el petróleo es el activo subyacente. Estos productos financieros permiten la exposición a los precios del petróleo sin tener que asumir el deterioro inherente a la naturaleza de las materias primas. Realmente, en este esquema el petróleo físico juega un papel fundamental en la cobertura de los riesgos de las posiciones cortas de Futuros tomadas por los bancos y empresas comerciales, como ya se ha explicado en el marco teórico.

A parte de la tendencia generalizada de inversión en materias primas, cabe destacar que dentro de estos activos el petróleo ocupa una posición especial. Dentro de los contratos derivados de materias primas eran los segundos con mayor volumen gestionado en 2012 suponiendo 122 mil millones de dólares (Tropeano, 2016). A parte, Sadorsky (2014) concluye en su estudio que, en promedio, el petróleo proporciona la cobertura más barata para una inversión en mercados emergentes. Este es otro argumento de peso para ver que el petróleo es una materia prima especial para la cobertura de inversiones de Inversores Institucionales, los cuales se están viendo cada vez más atraídos por la renta variable de los mercados emergentes (Management, 2018).

Actualmente en el clima de proteccionismo que se está extendiendo en los países industrializados, está ganando aún más peso la inversión en mercados emergentes (Teso, 2017). Tal es la importancia actual de la inversión en mercados emergentes que en la fórmula propuesta por Singleton (2013) y Tang and Xiong (2012) para calcular el impacto del precio que tienen los mercados de materias primas con la financiación incluyen los resultados del índice de Mercados Asiáticos MSCI como una variable en su modelo de regresión.

Por último, cabe destacar otro factor que favorece la adquisición de contratos derivados y subyacente de petróleo. Este factor es la asimetría que existe en la transmisión de precios del petróleo a los precios de la gasolina. Atil, Lahiani, & Nguyen (2014) han investigado esta asimetría tanto en el corto y el largo plazo. La conclusión principal de su trabajo es que existe una asimetría de fuerza entre la transmisión de las subidas y la

transmisión de las bajadas de precios del petróleo a los precios de la gasolina en el corto plazo. Confirmando así el conocido coloquialmente como efecto pluma en las caídas y cohete en las subidas. Atil, Lahiani, & Nguyen (2014) consideran que los choques petroleros negativos tienen mayores efectos que los choques petroleros positivos, ya que la proporción del presupuesto de consumidores y productores dedicada a la compra de gasolina y gas natural es mayor en tiempos de precios del petróleo en baja que en el momento del aumento del precio del petróleo, lo que permite corregir las caídas de precio.

Por ello, Atil, Lahiani y Nguyen (2014) comentan que la asimetría de los ajustes del precio de la energía también transmite información valiosa para las inversiones en materias primas porque las retiradas de inversiones cuando el precio del petróleo disminuye y la estructura de precios en estado Backwardation durante los aumentos del precio del petróleo es probable que se fortalezcan, abriendo así una puerta a los ingresos por especulación.

ii. Fallo en el mecanismo de arbitraje de mercados

Según la teoría económica, la diferencia entre el precio del futuro y el precio spot vendrá de la diferencia entre la rentabilidad del mercado y la rentabilidad del futuro multiplicado por el valor del subyacente. Cabe destacar que según señala Frenk & Masters (2010), dada la hipótesis de mercados eficientes, los precios del activo subyacente son eficientes por lo que ha de ser el valor del activo derivado el que tienda al valor del subyacente y no viceversa. Sin embargo, Frenk & Masters (2010) apuntan que la teoría del arbitraje no asume esta última cuestión como necesaria para que funcione. El arbitraje funciona ya sea la dirección de convergencia la señalada por la hipótesis de mercados eficientes u otra que no esté contemplada, como la que se origina si el precio del subyacente es el que converge al del derivado. La dirección de la convergencia, por tanto, será indicada por la estructura del mercado y los agentes que operen en él.

No obstante, tal y como observa Tropeano (2016), Acharya, Loechster, & Ramadorai (2013) Shleifer & Vishny (1997), Vayanos (2010) y Mirowski (2010) el mecanismo de arbitraje no ha conseguido cumplir su función de asegurar precios de equilibrio y

eficientes. Este fallo en el mecanismo de arbitraje ha abierto una puerta para que la especulación tenga un efecto desestabilizador en los precios. Según Tropeano (2016), la especulación no es mala per se, sino más bien necesaria por ser la otra cara de la cobertura. Es por ello, que los autores mencionados concluyen que los efectos desestabilizadores provienen de la estructura del mercado y las limitaciones que éste impone sobre sus actores.

Acharya, Loechster, & Ramadorai (2013) Shleifer & Vishny (1997) y Vayanos (2010), concluyen en su análisis del mercado de materias primas y del de sus activos derivados, que el arbitraje falla debido a que los denominados especuladores sobre los que recae la función del arbitraje no pueden completarla plenamente debido a sus restricciones financieras. Estas restricciones financieras se refieren a los costes financieros que tienen estas acciones, los cuales no pueden asumir en su totalidad por su reducido tamaño relativo en el mercado y por la acción de otros agentes irracionales. El tamaño relativo en el mercado viene dado por la existencia en el mercado de grandes instituciones financieras, las cuales debido a su focalización en resultados inmediatos no pueden llevar a cabo el costoso y largo proceso de arbitraje (Shleifer & Vishny, 1997). Esta visión de un mercado compuesto por agentes no homogéneos y con diferentes capacidades de influencia difiere también con las asunciones del modelo clásico de arbitraje.

Henderson, Pearson y Wang (2015) muestran un poco de luz sobre porque estas restricciones se dan en algunos inversores. En su trabajo confirman que la obtención de beneficios a través de la especulación presenta menores rendimiento a cuanto mayor es la cantidad invertida, ya que los costes que suponen el arbitraje de este tipo de operaciones no son sostenibles para la mayoría de los agentes que desempeñan la función especuladora por su reducido tamaño.

Tanto Mirowski (2010) como Tropeano (2016) proveen una explicación distinta sobre el fallo del mecanismo de arbitraje en los mercados de activos y sus derivados. Ambos aplican un enfoque institucional para encontrar el origen de estas perturbaciones no corregidas. Para Mirowski (2010) el fallo del arbitraje tiene su origen en las premisas sobre las que se basa. Como ya se ha mencionado previamente, la teoría neoclásica del arbitraje se sustenta en el hecho de que los mercados entre los que se interacciona han de ser homogéneos, no obstante esa asunción se simplifica en demasía ya que la teoría

neoclásica ignora detalles fundamentales sobre las características del mercado como la manera de establecimiento de las operaciones, su formato o las reglas aplicadas a participantes, mientras que se centra únicamente en la homogeneidad de la naturaleza de ambos activos (Mirowski, 2010). Es por lo que Tropeano (2016) y Mirowski (2010) afirman que la innovación financiera más que simplificar los mercados, realmente produce una mayor complejidad en ellos.

iii. Impacto en los precios Spot & Futuros

El trabajo de Henderson, Pearson y Wang (2015) será la mejor referencia para encarar el análisis de los efectos tangibles de la financialización de los mercados de materias primas. Henderson, Pearson y Wang (2015) en su trabajo desarrollan un análisis econométrico del impacto sobre el precio en unas fechas determinadas a través de un modelo de regresión. Estas fechas determinadas son la fecha de asignación de precio del contrato de Futuros sobre materias primas, que suele ser unos días antes de que se comercialice efectivamente, y la fecha de determinación del valor que coincide con los días previos a que el contrato sea liquidado. Los contratos de Futuros que son analizados en su muestra corresponden a una muestra de 2.967 contratos de Futuros utilizados como coberturas.

El principal impacto sobre los precios Spot y Futuros de la financialización del mercado de petróleo es aquel que tiene la especulación de calendario. Esta práctica, como cualquier especulación, consiste en abrir posiciones largas en contratos de Futuros en situaciones de infravaloración y abrir posiciones cortas de sobrevaloración. Debido a la práctica del *roll over* se generan unos patrones de comportamiento conocidos en determinadas fechas por cambiar contratos de menor duración por otros de mayor duración. La especulación de calendario es la que se caracteriza por operar en esas fechas conocidas de renovación de cobertura.

Los especuladores tienen como objetivo aumentar el precio instantáneamente para maximizar el precio a cobrar en el momento que se produzca aumento repentino de demanda de esos productos en el mercado por renovación de las coberturas. Esto se realiza comprando posiciones largas antes de la llegada al mercado del inversor para después cancelarlos con lo que sería una posición corta en una situación de Contango.

A su misma vez, también se da en el momento en el que un contrato de Futuros de compra se acerque a su fecha de valoración final, provocando una caída de precio instantánea al vender los contratos de Futuros cortos y por tanto beneficiándose si tienes una posición corta abierta. Una vez más, esta venta se debe al hecho de que se sabe que la oferta va a aumentar en ese momento y por tanto habrá una caída de los precios Spot ya que el futuro converge al precio Spot en su maduración. Esta especulación se apoya en la necesidad de los intermediarios de adquirir las coberturas para mantener la exposición al precio del contrato deseado.

Este impacto en el precio de la especulación de calendario ha sido comprobado por (Henderson, Pearson, & Wang, 2015). En ambas fechas han comprobado que se presentan resultados anormales en estas fechas. Los resultados anormales son considerados como la unidad de impacto de precio en el modelo de cálculo de impacto de precio de Tang y Xiong (2012) y Singleton (2013) que utilizan Henderson, Pearson y Wang (2015) para sus cálculos.

Esta especulación es el centro del trabajo de Henderson, Pearson y Wang (2015), la cual demuestran empíricamente. Esta situación de arbitraje no efectivo y de beneficio especulativo y pérdida del inversor en coberturas se muestra sostenible únicamente cuando los precios mantienen una tendencia positiva. Sin embargo, en situaciones de caídas de precios en se puede producir el temido efecto rebaño en el mercado que suponga una salida de Inversores Institucionales de los contratos derivados por pérdidas.

Además de estos efectos, desde la segunda fase descrita por Tropeano (2016) el sistema en sí tiene una característica perturbadora endémica. Con la entrada de los bancos a la especulación de calendario tras la crisis han creado una dinámica en el mercado que tienen a crear perturbaciones cíclicas. Los bancos de inversión al ver las pérdidas registradas en la primera fase por la especulación de calendario decidieron comenzar a vender posiciones cortas para especular sobre la curva de precios de los Futuros y así contrarrestar los efectos negativos de su necesidad de cobertura (Tropeano, 2016). Para cubrir sus posiciones cortas comenzaron a mantener un inventario de materias primas y proporcionar préstamos a empresas comerciales de distribución con las materias primas que compran como aval. Por tanto, esta nueva estrategia produce que la oferta

de materias primas en el mercado spot aumente o disminuya en función de la estrategia de especulación de quien las mantenga, que goza de mayor poder sobre el precio.

iv. Regresión del Rolling yield explicada por las variaciones de precio

Para comprobar si realmente la especulación de calendario solo es sostenible con precios crecientes he realizado un análisis de regresión cuyo objeto de estudio es tal relación. Para ello, se construirá un modelo de regresión lineal de dos variables en el que la variable dependiente, Y, sea el beneficio por especulación de calendario (también conocido como *Rolling yield*) y las variables explicativas de variación de precios Spot, X1, y variación de precios de Futuros, X2. El Rolling yield es la rentabilidad de una estrategia de especulación de calendario, y suele presentarse en situaciones de Backwardation generalmente. Se calcula mediante la rentabilidad de la diferencia que hay entre el valor de un contrato de futuro de duración de un mes (Front-month) en t-1 y el del precio spot en t. Se puede calcular a través de la diferencia de logaritmos naturales para obtener directamente la tasa de rentabilidad.

Tabla III: Estadísticas de la regresión del Rolling yield

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,92620315
Coefficiente de determinación R ²	0,85785228
R ² ajustado	0,85653609
Error típico	0,02532807
Observaciones	219

Fuente: Elaboración propia. Datos: BP. (13 de June de 2017). *BP Statistical Review of World Energy 2017*. Obtenido de <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>

Tabla IV: Coeficientes de la regresión del Rolling yield

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>
Intercepción	-0,0055737	0,00171358	-3,25270748	0,001326441
Variable X 1	0,3421528	0,02859397	11,9659088	1,19639E-25
Variable X 2	0,39592953	0,02700976	14,6587591	3,11829E-34

Fuente: Elaboración propia. Datos: BP. (13 de June de 2017). *BP Statistical Review of World Energy 2017*. Obtenido de <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>

Los datos utilizados provienen de la base BP *Statistical Review of World Energy 2017* (2017). Se ha utilizado una muestra de 219 observaciones para esta regresión lineal de dos variables.

Observando el análisis se concluye que los datos obtenidos tienen unas propiedades estadísticas bastante deseables. Primero, el modelo de regresión goza de bastante ajuste a la variable que estamos intentando de determinar. El coeficiente de determinación es bastante alto lo que nos muestra un alto nivel de bondad de ajuste de los resultados obtenidos y que gran parte de los resultados obtenidos estén explicados por el modelo. Además, el coeficiente de correlación múltiple también muestra un valor muy alto, que nos induce a pensar en un alto nivel de asociación lineal entre la variable y la recta de regresión.

Los parámetros estimados para los coeficientes y el término independiente también muestran propiedades estadísticas buenas. Todos los parámetros presentan un error reducido, un estadístico t alejado de 0 y un p-valor muy cercano a 0. El estadístico-t es una prueba que permite ver la calidad de un estimador puntual, a cuanto más lejano se encuentre de 0 más consistente será el estimador con respecto a su error. El p-valor muestra la probabilidad de encontrar un valor con mejores condiciones que el estimado.

De los coeficientes obtenidos podemos sacar un par de conclusiones. La primera de ellas es que se apoya el hecho comentado previamente de que la especulación de calendario necesita de precios crecientes para ser sostenible. Al tener un término independiente negativo quiere decir que en ausencia de crecimiento de precios el beneficio para los especuladores es negativo. La segunda es que el beneficio del especulador incrementa con las subidas de precio. Esta última puede ser extraña porque el beneficio se suele dar cuando se viene de una situación de Backwardation la cual suele ser precedida por bajadas de precios y sucedida por subidas. Por tanto, en el momento en que se registra el beneficio estas variaciones negativas deberían de anularse por el cambio a tendencia Contango o mantenerse, pero rara vez ser positivas. Que en el momento que se registre el beneficio exista crecimiento quiere decir que o se prolonga la situación de Backwardation o que existe beneficio en situación de Contango.

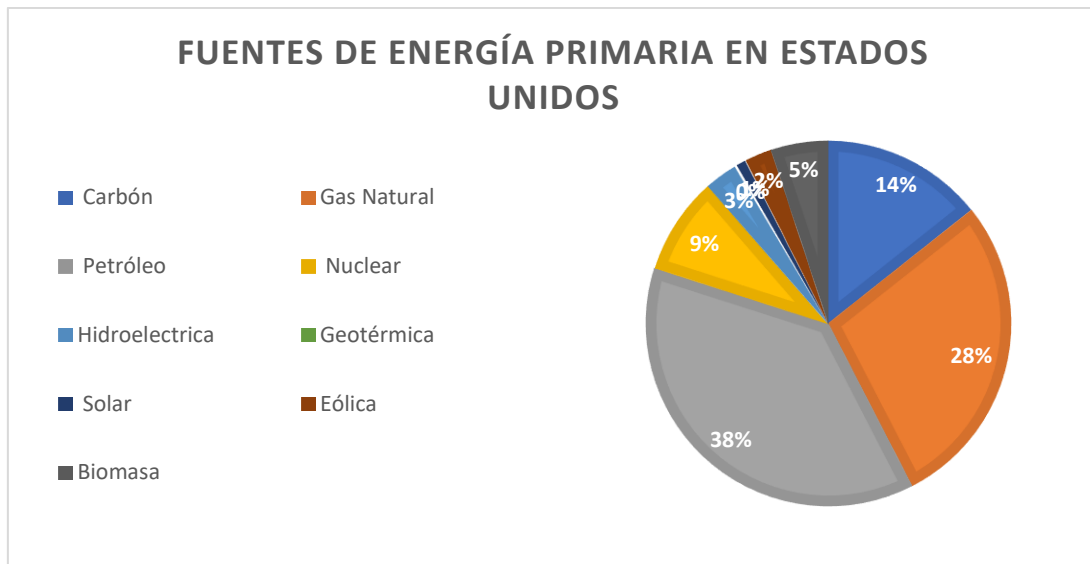
3. Inversión en energías renovables y efectos económicos

i. Usos de petróleo y energías renovables

Según los datos publicados por la Agencia Internacional de Energía en su informe anual “2017 Key World Energy Statistics Report,” el petróleo representa un 31.7% del total de carburantes usados para el suministro global de energía primaria, y un 47,7% del total de combustible consumido en el mundo (IEA, 2017).

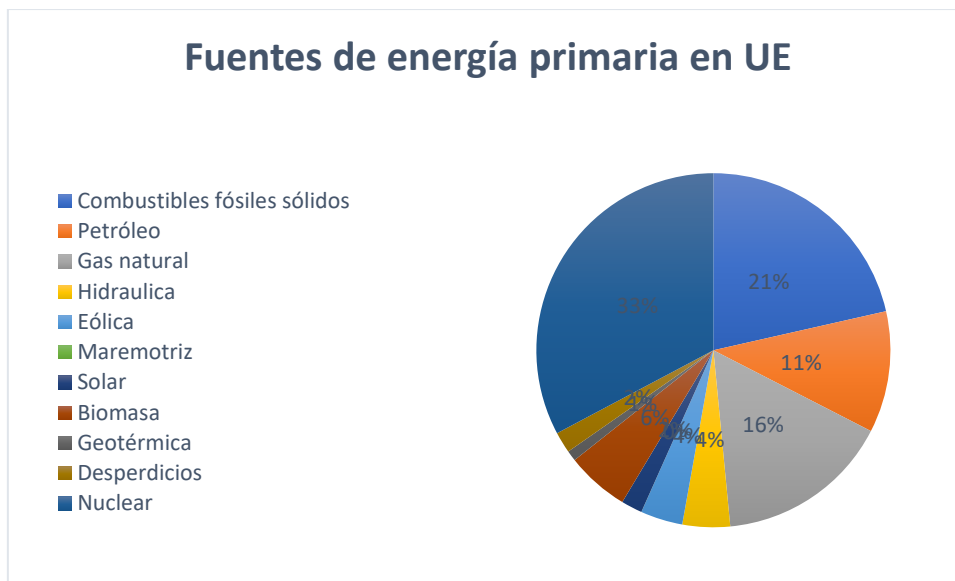
Para ilustrarnos en cuanto a la ocupación que tienen las distintas fuentes para la producción de energía primaria nos ocuparemos de los casos de Estados Unidos y de la Unión Europea. Ambos representan los bloques económicos de mayor tamaño a nivel mundial por PIB nominal además de ser primeras potencias industriales. Debido también a que son bloques económicos en un avanzado punto de maduración y tecnificación, suponen un referente para estimar el consumo futuro de otros estados que están convergiendo económica e industrialmente a la situación de estos dos bloques.

Gráfico V: Fuentes de energía primaria en Estados Unidos



Fuente: Elaboración propia. Datos: <https://www.eia.gov/renewable/data.php#summary>

Gráfico VI: Fuentes de energía primaria de la Unión Europea



Fuente: Elaboración propia. Datos: <http://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/energy-balances>

ii. Inversión en energías renovables y efectos para la economía

1. Mecanismo para aumentar el PIB

La sustitución parcial del consumo energético procedente de los combustibles fósiles mediante el uso de energías renovables se presenta como una alternativa fiable para la reducción de la exposición a la volatilidad de los precios del petróleo. El aumento de consumo energético procedente de energías renovables tiene una serie de consecuencias positivas que se revisarán a continuación a través de la literatura relacionada con este tema.

El primer efecto que analizar es el que tiene sobre el Producto Interior Bruto. Chien y Hu (2008) estudian los efectos del incremento de energías renovables en el PIB. En su trabajo concluyen que existe una relación positiva directa e indirecta entre el incremento de energías renovables y el crecimiento del PIB. Este crecimiento del PIB según Chien y Hu (2008) se debe a que la inversión en energías renovables tiene un impacto positivo sobre la formación de capital de la economía además de sobre el PIB. El impacto indirecto sobre el PIB se produce a través de la formación de capital la cual sí tiene un impacto directo sobre el PIB. También afirman que en caso de economías no

productoras de recursos energéticos la inversión en energías renovables supondría otro impacto positivo con respecto a las rentas ya que las incrementaría al aumentar el empleo. Cabe destacar que Chien y Hu (2008) concluyen que el incremento en energía renovable también lleva a un incremento en el consumo de energías tradicionales, lo que indica que la casualidad de un incremento de PIB con inversión en renovables puede ser unidireccional. Este hecho puede indicar que los incrementos de inversión en energías renovable se producen cuando la capacidad de la economía también aumenta, pero no al revés. Estos incrementos se deberían por a que sus necesidades energéticas globales incrementan junto a la renta, y por ende el consumo de energías tradicionales también ha de crecer.

Apergis y Payne (2012) también estudian esta relación entre consumo de energía renovable e incremento del PIB, solo que desde una perspectiva de la relación entre ambas magnitudes incluyendo el consumo de energías de origen fósil en su análisis. Las conclusiones de su trabajo llevan a confirmar las de Chien y Hu (2008) ya que observan que existe una relación de equilibrio a largo plazo entre el PIB real, el consumo de energía renovable, el consumo de energía no renovable, la formación bruta real de capital fijo y la fuerza de trabajo. No obstante, al contrario de Chien y Hu (2008), Apergis y Payne (2012) afirman que existe casualidad bidireccional entre ambos fenómenos, apoyando la hipótesis del feedback planteada por Brinia, Amarab, & Jemmalic (2017).

2. Mejora de eficiencia técnica

Además de los efectos positivos que tiene sobre el PIB también hay estudios que demuestran sus efectos positivos en otras áreas. Chen y Hu (2007) analizan la influencia del uso de energías renovables en la eficiencia técnica en países de la OECD (considerados desarrollados) y en países que no pertenecen a esta organización (considerados en desarrollo). Esta diferenciación entre países está basada en el hecho de que distintas energías renovables son utilizadas dependiendo del nivel de desarrollo de la economía y en distinta proporción, y por tanto para llevar a cabo un análisis no sesgado es aconsejable marcar una diferencia.

De su análisis, se puede extraer como principal conclusión que existe una relación de causalidad y correlación entre el desarrollo de energías renovables y la mejora de la eficiencia técnica en las economías. Es importante contextualizar que estas conclusiones se basan en información hasta el año 2002, por lo cual estas condiciones han podido variar, pero sirve como referencia empírica. Además, esta conclusión es congruente con la afirmación del incremento de la formación de capital.

3. Independencia con respecto al precio del petróleo

Finalmente, el último efecto del uso de energías renovables a considerar es la creciente independencia de las inversiones en energías renovables con respecto al precio del petróleo. Khana, Yasmeenb, Shakoor, & Khand (2017) señalan este efecto es su trabajo que revisa los efectos de la caída de precios del petróleo en 2014 en la inversión en energías renovables.

El estudio muestra que el sector de las energías renovables alcanzó un nivel de alta madurez donde los precios del petróleo ya no afectan su destino. A pesar de la caída en los precios del petróleo desde mediados de 2014, la inversión en energías renovables alcanzó un nuevo nivel. Los bajos precios del petróleo no son buenos para las ventas de vehículos eléctricos y fuentes de energía renovables como los biocombustibles, que compiten directamente con el petróleo en el sector del transporte, pero la transición hacia sistemas energéticos más bajos en general sobrevivirá a la caída del precio del petróleo.

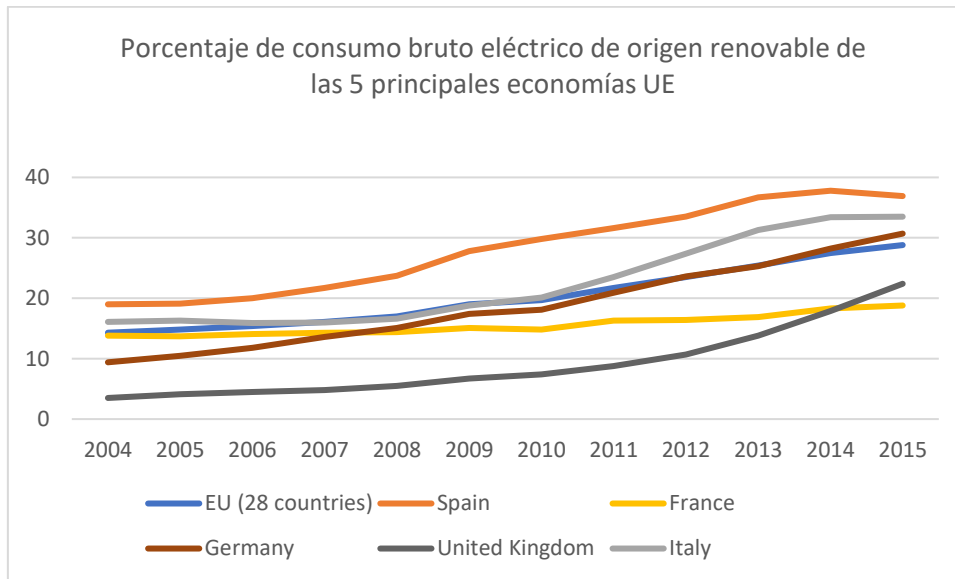
4. Medidas actuales aplicadas por Estados

Además de los efectos que tiene el uso de energías renovables sobre las variables macroeconómicas, es justificado también mencionar cuales son las direcciones que se están tomando hacia un escenario energético renovables en el mundo. Por ello, se van a revisar algunos ejemplos actuales de iniciativas políticas a favor de la inversión en energía renovable.

El primer grupo de iniciativas a comentar son las llevadas a cabo por países miembros del Consejo de Cooperación para los Estados Árabes del Golfo, una organización internacional que agrupa a los principales productores de petróleo crudo. Baréin, Kuwait, Omán, Catar, Arabia Saudita y los Emiratos Árabes Unidos son los estados miembros. A estos estados corresponden la mayoría de las reservas y producción del mundo árabe, el cual suma el 43% de las reservas petroleras del mundo. De estas reservas, el 98% proceden de Arabia Saudí, Kuwait, EAU, Irak, Argelia y Libia, es decir tres miembros del consejo destacan como los mayores tenedores de reservas. Además, solo a Arabia Saudí corresponden el 16% de las reservas mundiales (Al-Maamarya, Kazemb, & Chaichanc, 2017). Esta situación privilegiada les está permitiendo alcanzar un grado de desarrollo considerable que está conduciendo su demanda energética a cotas superiores. Esta demanda en la actualidad se ve cubierta mediante petróleo y de manera creciente, no obstante, según Al-Maamarya, Kazemb y Chaichanc (2017) los países del Consejo están llevando a cabo iniciativas para permitir una transición hacia fuentes de energías independientes de los precios del petróleo, destacando Arabia Saudí. La principal fuente de energía que se está incentivando es la energía fotovoltaica, ya que por ejemplo Arabia Saudí recibe una radiación horizontal de entre 2.000 y 2.500 kWh por metro cuadrado al año. Además, han aprobado el Plan Nacional de Energía Renovable que tiene como objetivo generar de 3.45 gigavatios (GW) de energía renovable para 2020 y 9.5GW para 2023 (Kabbara, 2018).

Es segundo grupo de iniciativas que se van a llevar a cabo en el campo energético para incentivar una transición hacia un medio sostenible es la medida de la Unión Europea conocida como el Paquete Energético y Climático 2020 (European Union). Esta iniciativa aspira a que para el año 2020 el 20% del consumo energético de los países miembros de la unión venga proporcionado por fuentes renovables, que se reduzca un 20% las emisiones de gases de efecto invernadero además de una mejora del 20% de la eficiencia técnica. Como ya se ha revisado anteriormente, está empíricamente comprobado que la eficiencia técnica es mejorada a través de la inversión en energías renovables. La Unión Europea goza de una gran salud energética ya que incluso los países con mayor volumen económico muestran un uso fuerte de energía de origen renovable como se puede ver en el Gráfico VII.

Gráfico VII: Porcentaje de consumo bruto eléctrico de origen renovable de las 5 principales economías UE



Fuente: Elaboración propia. Datos: <http://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/energy-balances>

Finalmente, el último grupo de iniciativas a mencionar son aquellas llevadas a cabo por Australia. En su esquema del Objetivo de Energías renovables (Energy) se consideran varias medidas con el objetivo de incrementar la participación de las renovables en la producción energética de Australia. Se han llevado a cabo medidas para alcanzar unos objetivos concretos en dos escalas. Se han implementado medidas para incentivar la producción energética renovable a pequeña y gran escala, mediante la emisión de licencias con incentivo fiscal. Además, todas aquellas compañías bajo el paraguas del esquema de esquema del Objetivo de Energías renovables gozaran de una exención fiscal del 100% sobre todos los pasivos contraídos por actividades relacionadas a los objetivos del esquema.

IV. Discusión

El objetivo de esta sección es debatir acerca de la capacidad que podrían llegar a tener las energías renovables como medida para mitigar los efectos negativos de la volatilidad de los precios del petróleo. Esta discusión tiene en cuenta los sucesos ocurridos desde el comienzo de fenómeno conocido como financialización del mercado de materias primas teniendo en cuenta las principales consideraciones teóricas acerca de la formación de los precios del petróleo.

Siguiendo el esquema planteado para el desarrollo teórico del trabajo, primero se consideran las conclusiones obtenidas a través de la revisión de la teoría económica. De cuanto se ha revisado con respecto a las consideraciones teóricas, la principal conclusión es que la oferta del petróleo es la principal fuerza en la formación de los precios. El estudio teórico de los tres equilibrios nos muestra que, al menos de manera teórica, los oferentes son los únicos actores con capacidad de influir sobre los precios del petróleo. Incluso cuando se afronta la formación de los precios como un juego puro de oferta y demanda se llega a la misma conclusión. Las elasticidades negativas y pequeñas de la demanda no permiten que sea un actor para tomar en cuenta.

También, el hecho de que los oferentes sean un grupo reducido de actores acrecienta la concentración del poder sobre los precios de los oferentes. Esta concentración de poder lleva a que en caso de conflictos, tanto políticos como militares, entre agentes la oferta se puede ver afectada directamente, y por ende el precio. Esta característica se ve intensificada por la existencia de una organización de productores con un sistema de cuotas para controlar los precios.

Sin embargo, como se ha podido comprobar en la revisión de literatura, la financialización de los mercados de materias primas tiene una serie de consecuencias que han sido descritas y demostradas sobre los precios de las materias primas, contradiciendo a la teoría clásica. Una de esas consecuencias es que la demanda de petróleo haya ganado poder e influencia en la formación de precios. Esto se debe a que se ha comprobado que el fenómeno tiene una incidencia directa en el precio de petróleo y provoca que esté alcanzando unos niveles de volatilidad poco recomendables. En los gráficos aportados a lo largo del trabajo se puede observar esta volatilidad por el gran

número de variaciones en el precio de los últimos 50 años. Es por ello por lo que la revisión de esta literatura permite formar una conclusión acerca de que la demanda del petróleo sí que puede llegar a tener un papel en la formación de los precios del petróleo.

Esta volatilidad se caracteriza por estar alimentada por agentes internos de los mercados y por ser un fenómeno cíclico que conjuga tendencias sostenidas de crecimiento de precios con grandes caídas de precios. También ha sido mencionado que existe un efecto de asimetría en la transmisión del precio del petróleo al precio de la gasolina en el corto plazo. Este efecto produce que las transmisiones de subidas sean más instantáneas mientras que las bajadas de precios del crudo no se trasladen completamente al precio de la gasolina, conocido como el efecto pluma para bajadas y cohete para subidas.

Para conocer los efectos que pueden tener estas volatilidades y asimetrías de transmisión entre precios sobre la economía hay que volver otra vez a las conclusiones planteadas en la teoría. La asimetría de precios en el corto plazo produce que la tendencia general de subidas de precios se mantenga en el tiempo y que sea transmitida a la economía, mientras que las bajadas al tener menor fuerza de transmisión apenas tienen traslado a la economía. Como se ha revisado anteriormente, la subida de los precios del petróleo produce una contracción del PIB. Finalmente, esta contracción se localiza principalmente en las industrias de uso intensivo de petróleo y en la del automóvil.

Finalmente, queda la revisión de los efectos que tiene la inversión en energías renovables sobre la economía. En cuanto a esta revisión, se ha podido observar que la inversión en energías renovables permite un aumento del PIB, a través de la formación de capital, y de la eficiencia técnica de la economía. Además, una inversión creciente permite que se vea menos afectada por las variaciones en precios del petróleo. Finalmente, en países con recursos energéticos escasos permite un aumento del empleo.

Por tanto, a la luz de lo concluido anteriormente se puede deducir una serie de hechos. Primero, en contraposición con las principales consideraciones teóricas la demanda de petróleo crudo sí que tiene una influencia en la formación de los precios del petróleo

desde la introducción de la innovación financiera en los mercados de materias primas y su progresiva financialización. Por tanto, la formación de los precios del petróleo queda en manos de muy pocos agentes con gran envergadura y poder sobre el mercado. Segundo, esta demanda se comporta de manera errática por los distintos esquemas y sistemas financieros desarrollados provocando volatilidad en los precios Spot y Futuros del petróleo crudo. Tercero, esta volatilidad tiene una alta transmisión a la gasolina en los periodos de subida, pero muy baja en los momentos de bajada. Cuarto, las subidas de precios de petróleo y gasolina tienen una influencia negativa sobre el crecimiento del PIB, el cual aminora, especialmente en las industrias de uso intensivo de petróleo y automovilística. Quinto y último, la inversión en energías renovables tiene efectos positivos sobre el PIB y existe un clima actual de conversión hacia fuentes energéticas sostenibles.

Estas cinco conclusiones permiten dibujar una solución potencial que podría permitir una reducción de la exposición que sufre el PIB a los precios del petróleo. Ya que el principal sector que se ve afectado por los incrementos de precios del petróleo es del automóvil se puede presentar como lógico la incentivación de la inversión en vehículos alimentados por energías alternativas a los combustibles fósiles como podrían ser los vehículos eléctricos. Además, la utilización de fuentes energéticas con origen renovable puede ser aplicadas para usos industriales, de hecho en España para el año 2015 el 36,9% de la energía eléctrica consumida era de origen renovable. Este incremento del uso de energía eléctrica puede permitir que las inversiones en facilidades de producción de energía renovable sean más rentables por asegurar un volumen de demanda mayor y por la retroalimentación que tiene la inversión en energías renovables y su eficiencia técnica.

V. Conclusión

El objetivo de este trabajo era analizar los principales trabajos relacionados con la cuestión de la formación de los precios del petróleo y su influencia en la economía junto con dos hechos novedosos que tienen incidencia en el anterior; la financialización del mercado de materias primas, en el que se incluye el petróleo, por parte de los Inversores financieros y la irrupción de las energías renovables como una fuente de alimentación energética.

De la formación de los precios del petróleo y su influencia en la economía podemos destacar una serie de conclusiones. La primera de todas es que los estudios que han tratado de pronosticar el precio del petróleo han fallado, y los que lo han intentado explicar se han encontrado con barrera exógenas al modelo. No se pueden predecir ni explicar desde un modelo puramente teórico o analítico que no tenga en cuenta a todos los actores, sus dinámicas y la probabilidad de que existan sucesos no esperables. Además, también se encuentra que económicamente el petróleo es una variable con mucha incidencia. Se ha demostrado que existe una relación directa con el PIB pero variable, que tiene capacidad de influir a otras materias primas y que las subidas tienen mayor transmisión a las actividades que las usan que las bajadas. La relación con el PIB también se confirma que es reducida a unos sectores muy específicos; el automovilístico y el de uso intensivo de petróleo. Además, a partir de la teoría se puede llegar a afirmar que el comportamiento no consensuado o comunicado de los principales productores puede ser considerado como una variable exógena. Una decisión radical de un miembro de la OPEP de no respetar las cuotas tiene un efecto mayor que la escasez del petróleo.

Continuando con los aspectos revisados ahora se trata de la financialización de los mercados de materias primas. Este fenómeno lleva a consumir el hecho de que la demanda sí que tiene influencia sobre la formación de precios del petróleo en contraposición con el consenso teórico clásico. Además, las actividades de especulación tienen efectos sobre el precio del petróleo favoreciendo especialmente la variaciones positivas.

Estas conclusiones anteriores también llevan a otra conclusión. Dado el panorama planteado es muy acertado pensar que sobre la formación de los precios del petróleo

existen unos agentes de numero muy reducido, tanto públicos(Estados) como privados (Entidades financieras), que tienen una gran influencia sobre la formación del precio del petróleo.

Por último, cabe mencionar las conclusiones obtenidas del estudio de la inversión en energías renovables. Se han observado evidencias empíricas aportadas por otros autores de una relación positiva entre dicha inversión y el PIB. Esta relación es un punto a favor pero no demasiado concluyente para ver si realmente pueden servir para reducir la exposición sobre la volatilidad del precio. Realmente existe tanto un sector en pleno crecimiento, el del automóvil eléctrico, y un contexto político favorable para que esta solución se viable. No obstante, este trabajo no provee ninguna prueba empírica de la efectividad de tal mecanismo para el tema planteado. La prueba que se aporta para esa conclusión viene dada de hecho teóricos demostrados y empíricos pero no relacionados con la cuestión en sí. Por tanto, ya que se ha demostrado una relación teórica entre la inversión en energías renovables y la reducción de exposición a la volatilidad del precio del petróleo, sería deseable que hubiera un desarrollo empírico que demostrara esta línea empezada.

Bibliografía

- Acharya, V., Loechster, L., & Ramadorai, T. (2013). Limits to Arbitrage and Hedging: Evidence from Commodity Markets. *Journal of Financial Economics*, 109, N°2, 441–65.
- Al-Maamary, H. M., Kazemb, H. A., & Chaichanc, M. T. (2017). The impact of oil price fluctuations on common renewable energies in GCC Countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 75 , 989–1007.
- Apergis, N., & Payne, J. E. (2012). Renewable and non-renewable energy consumption-growth nexus: Evidence from a panel error correction model. *Energy Economics* 34 , 733–738.
- Atil, A., Lahiani, A., & Nguyen, D. K. (2014). Asymmetric and nonlinear pass-through of crude oil prices to gasoline and natural gas prices. *Energy Policy* 65, 567–573.
- Atkeson, A., & Kehoe, P. J. (1999). Models of Energy Use: Putty-Putty Versus Putty-Clay. *American Economic Review*, 89, 1028-1043.
- Barsky, R. B., & Kilian, L. (2001). Do we really know that Oil caused the great stagflation? A monetary alternative. *National Bureau of Economic Research*, 138-197.
- Basu, P., & Gavin, W. (2011). What Explains the Growth in Commodity Derivatives? *Review of Federal Reserva Bank of St. Louis*, 37–48.
- BP. (13 de June de 2017). *BP Statistical Review of World Energy 2017*. Obtenido de <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>
- Bresnahan, T. F., & Ramey, V. A. (1993). Segment Shifts and Capacity Utilization in the U.S. Automobile Industry. *American Economic Review Papers and Proceedings*, 213-218.
- Brinia, R., Amarab, M., & Jemmalic, H. (2017). Renewable energy consumption, International trade, oil price and economic growth inter-linkages: The case of Tunisia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 76 , 620–627.
- Brown, S. P., & Yücel, a. M. (1999). Oil Prices and U.S. Aggregate Economic Activity: A Question of Neutrality. *Economic and Financial Review, Federal Reserve Bank of Dallas, (Second Quarter)*, 16-23.
- Chen, T., & Hu, J.-L. (2007). Renewable energy and macroeconomic efficiency of OECD and non-OECD economies. *Energy Policy* 35 , 3606–3615.
- Chien, T., & Hu, J.-L. (2008). Renewable energy: An efficient mechanism to improve GDP. *Energy Policy* 36 , 3045–3052.
- Cooper, J. C. (2003). Price Elasticity of Demand for Crude Oil: Estimates for 23 Countries. *OPEC Review* 27(1), 1-8.
- Dahl, C. A. (1993). A Survey of Oil Demand Elasticities for Developing Countries. *OPEC Review* 17(Winter), 399-419.
- Degryse, H., Jong, F. d., & Kervel, V. v. (2011). The Impact of Dark and Visible Fragmentation on Market Quality. *European Banking Center Discussion Paper*, 1-50.

- Dotsey, M., & Reid, M. (1992). Oil Shocks, Monetary Policy, and Economic Activity. *Economic Review of the Federal Reserve Bank of Richmond*, 78/4, 14-27.
- Energy, A. D. (s.f.). *The Renewable Energy Target (RET) scheme*. Obtenido de <http://www.environment.gov.au/climate-change/government/renewable-energy-target-scheme>
- European Union. (s.f.). *2020 Energy & Climate Package*. Obtenido de https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020_en
- Ferderer, J. P. (1996). Oil Price Volatility and the Macroeconomy: A Solution to the Asymmetry Puzzle. *Journal of Macroeconomics*, 18, 1-16.
- Frenk, D., & Masters, M. (2010). Anthropoc Finance and Better Markets: Toward a New Understanding of How Markets Function and the Role They Serve in Society. 1-62.
- Furió, E. (02 de 11 de 2017). 'Swaps': qué son y cómo funcionan. Obtenido de BBVA: <https://www.bbva.com/es/swaps-que-son-y-como-funcionan/>
- Haltiwanger, J. (2001). Sectoral Job Creation and Destruction Responses to Oil Price Changes. *Journal of Monetary Economics*, 48, 465-512.
- Hamilton, J. D. (1983). Oil and the Macroeconomy Since World War II. *Journal of Political Economy*, 91, 228-248.
- Hamilton, J. D. (2000). What is an oil shock? *National Bureau of Economic Research*, 1-46.
- Hamilton, J. D. (2005). Oil and the Macroeconomy. *National Bureau of Economic Research*, 1-18.
- Hamilton, J. D. (2008). Understanding crude oil prices. *NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH Nº14492*, 1-44.
- Hamilton, J. D. (2009). Causes and Consequences of the Oil Shock of 2007-08. *Brookings Papers on Economic Activity*, 215-259.
- Hamilton, J. D., & Wu, J. C. (2012). Effects of index-fund investing on commodity futures prices. *NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH*, 1-42.
- Henderson, B. J., Pearson, N. D., & Wang, L. (2015). New Evidence on the Financialization of Commodity Markets. *The Review of Financial Studies / v 28 n 5*, 1286-1311.
- Hoover, K. D., & Perez, S. J. (1994). Post Hoc Ergo Propter Once More: An Evaluation of 'Does Monetary Policy Matter?' in the Spirit of James Tobin. *Journal of Monetary Economics*, 34, 89-99.
- Hotelling, H. (1931). The Economics of Exhaustible Resources. *Journal of Political Economy*, Vol. 39, No. 2, pp. 137-175.
- Idzorek, T. M. (27 de 04 de 2006). *Ibbotson Associates*. Obtenido de <https://corporate.morningstar.com/ib/documents/MethodologyDocuments/IBBAssociates/Commodities.pdf>
- IEA. (2017). *Key world energy statistics*. Obtenido de <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2017.pdf>

- Investopedia. (s.f.). Obtenido de <https://www.investopedia.com/terms/s/spotprice.asp>
- Investopedia. (s.f.). *Contango & Backwardation*. Obtenido de <https://www.investopedia.com/terms/c/contango.asp>
- Investopedia. (s.f.). *Exchange-Traded Funds*. Obtenido de <https://www.investopedia.com/terms/e/etf.asp>
- Investopedia. (s.f.). *Hedge*. Obtenido de <https://www.investopedia.com/terms/h/hedge.asp>
- Investopedia. (s.f.). *Mark to Market*. Obtenido de <https://www.investopedia.com/terms/m/marktomarket.asp>
- Kabbara, M. (13 de 02 de 2018). *World Economic Forum*. Obtenido de 4 factors driving renewable energy in Saudi Arabia: <https://www.weforum.org/agenda/2018/02/4-drivers-that-will-accelerate-renewable-energy-deployment-in-saudi-arabia/>
- Kaminska, I. (15 de 07 de 2010). *Financial Times*. Obtenido de Is 'cash for commodity' the biggest trade in town?: <https://ftalphaville.ft.com/2010/07/15/287481/is-cash-for-commodity-the-biggest-trade-in-town/>
- Khana, M. I., Yasmeenb, T., Shakoor, A., & Khand, N. B. (2017). 2014 oil plunge: Causes and impacts on renewable energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 68, 609–622.
- Kim, I.-M., & Loungani, P. (1992). The Role of Energy in Real Business Cycle Models. *Journal of Monetary Economics*, 29, no. 2, 173-189.
- Krautkraemer, J. A. (1998). Nonrenewable Resource Scarcity. *Journal of Economic Literature* 36(4), 2065-2107.
- Lawler, A., Soldatkin, V., & Nasralla, S. (15 de 09 de 2015). *Saudi-Iran rivalry sets scene for OPEC showdown over output*. Obtenido de Reuters: <https://www.reuters.com/article/us-opecc-meeting-idUSKBN0TQ00520151207>
- Lee, K., & Ni, S. (2002). On the Dynamic Effects of Oil Price Shocks: A Study Using Industry Level Data. *Journal of Monetary Economics*, 49, 823-852.
- Management, L. A. (01 de 04 de 2018). *Outlook on Emerging Markets*. Obtenido de Lazard.net: http://www.lazardnet.com/us/docs/sp0/145/LazardOutlook_EmergingMarkets_2015Q4.pdf?pagename=Outlook
- Mirowski, P. (2010). Inherent Vice: Minsky, Markomata, and the Tendency of Markets to Undermine Themselves. *Journal of Institutional Economics* 6, no. 4, 415–43.
- Morningstar. (2018). *Glosario*. Obtenido de <http://www.morningstar.es/es/glossary/100783/inversor-institucional.aspx>
- Nazlioglu, S., Erdem, C., & Soytas, U. (2013). Volatility spillover between oil and agricultural commodity markets. *Energy Economics* 36, 658–665.
- OPEC. (2018). *Annual Statistical Bulletin*. Obtenido de <https://asb.opec.org/>
- Rasche, R. H., & Tatom, J. A. (1977). Energy Resources and Potential GNP. *Federal Reserva Bank of St. Louis*, 10-23.

- Rotemberg, J. J., & Woodford, M. (1996). Imperfect Competition and the Effects of Energy Price Increases. *Journal of Money, Credit, and Banking*, 28, 549-577.
- Sadorsky, P. (2014). Modeling volatility and correlations between emerging market stock. *Energy Economics* 43 (, 72–81.
- Shleifer, A., & Vishny, R. (1997). The Limits of Arbitrage. *Journal of Finance* 52, no. 1, 35–55.
- Singleton, K. J. (2013). Investor flows and the 2008 boom/bust in oil prices. *Management Science* 60, 300-18.
- Tang, K., & Xiong, W. (2012). Index investing and the financialization of commodities. *Financial Analysts Journal* 58, 54–74.
- Teso, Y. (17 de 04 de 2017). *Return of Volatility Means It's Time to Buy Emerging Markets: Titus*. Obtenido de <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-04-17/volatility-comeback-means-time-to-buy-emerging-markets-for-titus>
- Tropeano, D. (2016). Hedging, Arbitrage, and the Financialization of Commodities Markets. *International Journal of Political Economy*, 45, 241–256.
- Vayanos, D. a. (2010). Limits of Arbitrage. *Annual Review of Financial Economics*, 251–75.
- Wigglesworth, R. (24 de 01 de 2017). *ETFs are eating the US stock market*. Obtenido de Financial Times: <https://www.ft.com/content/6dabad28-e19c-11e6-9645-c9357a75844a>